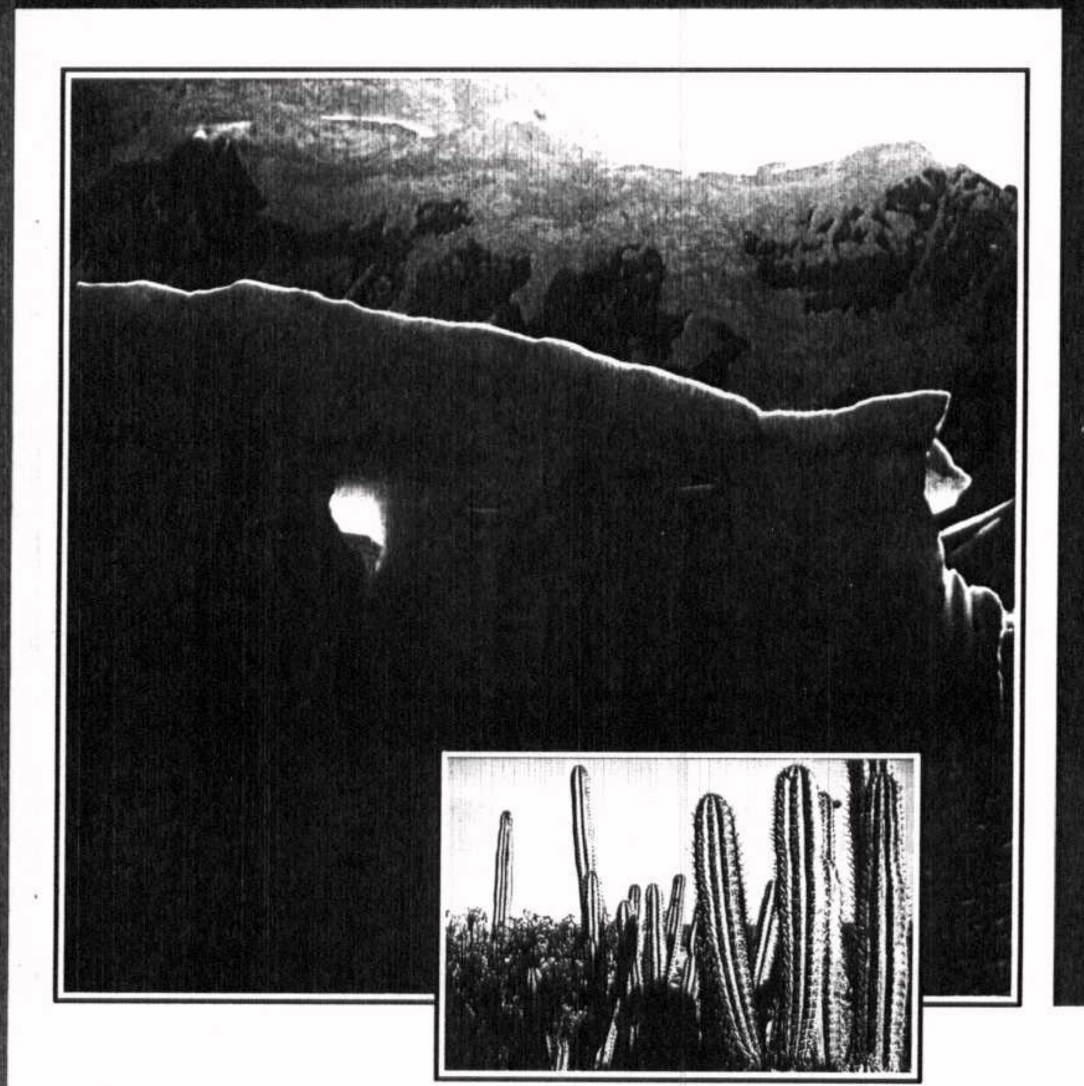
الماء

سلسلة أنا العالمة

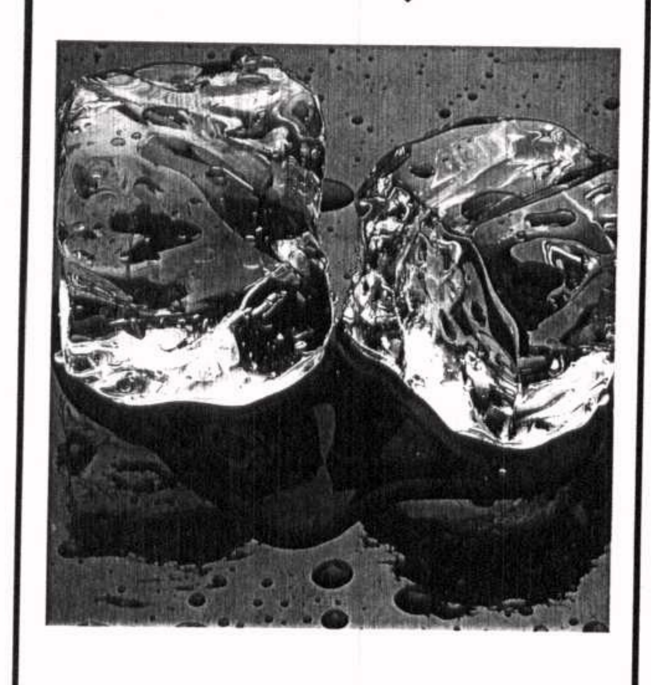


سالي وأدويان مورجان

مكتبة العبيكان

سلسلة ألفا العلمية

الماء



تأليف

سالي وأدريان مورغان

تعريب

د. بشير العيسوي

مكتبة العبيكان

ⓒ مكتبة العبيكان، ١٤٢٣هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مورغان، سالي

الماء/ سالي مورغان؛ ترجمة بشير العيسوي. - الرياض.

٤٥ص، ٢٢X٢٩سم. - (سلسلة ألفا العلمية؛ ٥)

ردمك: ٦-٢١٢-٤٠-٩٩٦٠

١ - علم المياه أ- العيسوي، بشير (مترجم)

ب- العنوان ج- السلسلة

ديوي ٥٥١,٤٨ ٢٣/٣٧٣٤

ردمك: ٦-٢١٢-٤٠-٩٩٦٠ رقم الإيداع: ٢٣/٣٧٣٤

Evans Brothers Limited
2A Portman Mansions
Chiltern Street
London W1M 1LE

ISBN 0 237 51426 5

الطبعة الأولى ١٤٢٤هـ /٢٠٠٣م

الناشر
مكتبة العبيكان
الرياض. العليا. تقاطع طريق الملك فهد مع العروبة.
ص.ب: ٦٢٨٠٧ الرياض ١١٥٩٥
هاتف: ٤٦٥٤٤٢٤، فاكس: ٤٦٥٠١٢٩

بسم الله الرحمن الرحيم

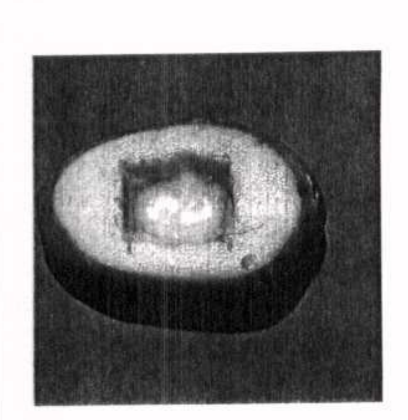
المحتويات







الموضوع	الصفحة
المقدمة	٤
الماء والحياة	٤
جزيء الماء	٦
حالات الماء	٦
دورة الماء في الكون	٨
ما الذي يجعل الماء مهمًا إلى هذا الحد؟	٩
كيفية منع تكوين الجليد	١١
المطر الحامض	١٢
الماء كمذيب	١٤
الماء الثقيل والماء الخفيف	١٦
الماء كوسيلة نقل وإمداد	١٨
المياه كوسيلة نقل	١٨
نظم الوسائل الصناعية لنقل الماء	٢٠
الماء كإمداد - الماء كوسيلة دعم	٢٢
المياه العذبة والمياه المالحة	٢٤
الانتشار والتناضح (الأسموزية)	٢٤
المعيشة في الماء العذب	٢٦
المعيشة في الماء المالح	٢٦
استخدام المياه المالحة	٢٧
استخدام الماء في التبريد	٣٠
التبريد الطبيعي	٣٠
محركات التبريد ومحطات القوى	٣١
استخدام الماء لتخزين طاقة السخونة	٣٣
تخزين المياه وحفظها	٣٤
التكيف مع الصحراء	٣٤
تخزين الماء	٣٦
تنقية الماء	٣٨
الماء ومعالجة مياه المجاري	٣٨
الماء فلتر طبيعي	٤٠
المستقبل	٤٢
المسرد	٤٤







المقدمة

نظرت إلى صورة مأخوذة لكوكبنا من الفضاء الخارجي، ـدورك أن ترى أن مساحة كبيرة منه تغطيها البحار وفي الحقيقة، إن أكثر من ٧٠٪ من سطح كوكبنا تغمره ـق الماء يختلف من مكان إلى آخر، ولكنه في المتوسط ـترات ونصف الكيلومتر من أعلى قمة للأمواج على سطح ـقاعه. وفي بعض المحيطات، فإن الأخاديد التي في القاع ـا يقارب ١١ (أحد عشر) كيلو مترًا في باطن الأرض. إن ـلتي لا يمكن تصديقها الموجودة في المحيطات وفي أغطية ـطبية (التي يمكن رؤيتها بوضوح من الفضاء) يجعل الماء ـهم المواد الوفيرة على الأرض.

ـيح أن مياه المحيطات مياه مالحة، بمعنى أنها تحتوي على كثير من ـل كلوريد الصوديوم. إلا أن المياه التي تسقط على شكل أمطار أو جليد وتتجمع والبحيرات توصف بأنها مياه عذبة، والفارق الرئيس بين المياه العذبة والمالحة ـمية الأملاح الموجودة في أي منهما. وحتى الماء العذب فيه كمية قليلة من ـجميع الكائنات الحية -كالإنسان- تحتاج المياه العذبة، لا المالحة، كي تحيا. ـزون محدود جدًا من المياه العذبة على الأرض. فقط هناك واحد بالمئة من المياه ـسطح الأرض هي مياه عذبة بالفعل، وأكثر من ٧٠٪ من تلك المياه محتبسة في ـي يغطي القارة القطبية.

تغطي المياه معظم أجزاء كوكب الأرض. وهناك قدر كبير من بخار الماء موجود في الجو وفي قطرات الماء الموجودة في السحب.



إذا ما قدر للجليد الموجود في العالم أن يذوب في وقت واحد، فإن مستوى البحر سيرتفع ما يزيد على ستين مترًا، وسيغرق جميع المناطق المنخفضة.

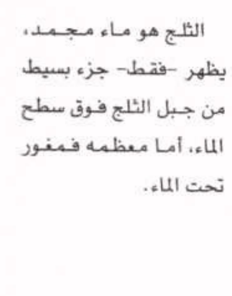
الماء والحياة

ـن للحياة أن توجد بالصورة التي نعرفه دون الماء؛ ذلك أن الكميات ـن المياه تجعل البيئة مستقرة، حيث إن الماء يستطيع أن يختزن كثيرًا ـة الحرارية دون أن ترتفع درجة حرارته (انظر ص٩).

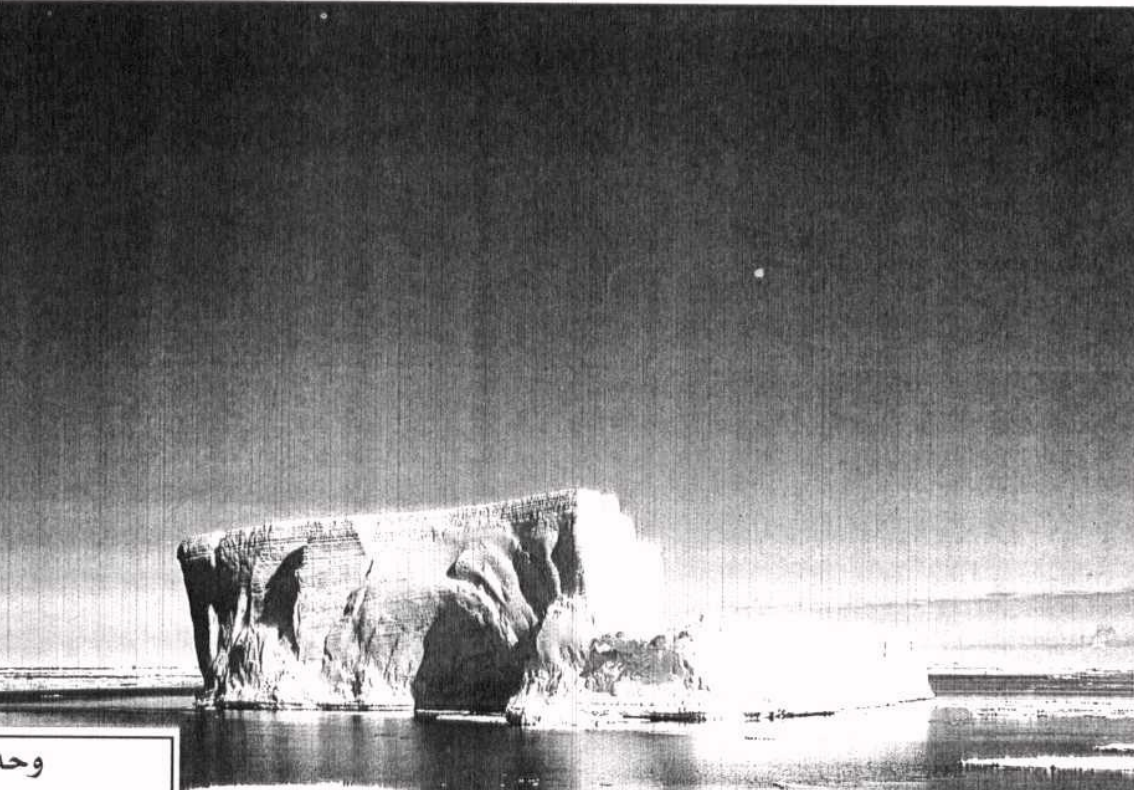
الماء منزلاً للكثير من الكائنات، وهو يكوِّن جزءًا جوهريًا من الخلايا . ففي حين أن جسم الإنسان يتكون من مواد كثيرة، تشمل ـدرات، والدهون والبروتينات، فإن أكثر من ٦٨٪ من وزن أجسامنا ـاء، وفي بعض الكائنات مثل شقائق النعمان البحرية وقناديل البحر النسبة ترتفع إلى أعلى من ذلك بكثير.



يستطيع الإنسان أن يحيا ستين يومًا أو أكثر دون طعام، ولكنه لا يستطيع أن يحيا ستين ساعة أو أقل دون ماء.



الثلج هو ماء مجمد، يظهر -فقط- جزء بسيط من جبل الثلج فوق سطح الماء، أما معظمه فمغمور تحت الماء.



!

يحتوي جسم الولد أو البنت في سن المراهقة على حوالي ٣٥ (خمسة وثلاثين) لترًا من الماء

تستعمر أسطح المحيطات حيوانات دقيقة تسمى العوالق الحيوانية، وكثير منها عبارة عن يرقات لحيوانات أكبر.

وحدات قياس

هذه الاختصارات سوف تستخدم في هذا الكتاب

وحدات الطول:

كم = كيلو متر

م = متر

سم = سنتيمتر

وحدات الكتلة:

كج = كيلو جرام

ج = جرام

وحدات الحرارة:

دْ = درجة حرارة مئوية

وحدات المساحة:

سم٢ = سنتيمتر مربع

وحدات الحجم:

ل = لتر

سم٣ = سنتيمتر مكعب

● **الماء:** هو سائل لا لون ولا رائحة له يتركب من الهيدروجين والأكسجين.

سوف تكتشف في هذا الكتاب الأسباب الكثيرة التي تجعل المياه بموجبها أساسية لبقائنا على قيد الحياة، وكذا سترى كيفية استخدامها في أجسامنا، وسوف تستكشف بعضًا من استخداماتها الكثيرة في الصناعة، ونحن نستخدم الماء يوميًا في الشرب، والغسيل، والطهي والترفيه، والماء يستخدم في عمليات صناعية كثيرة مثل: صناعة الصلب، والإسمنت، والورق والكهرباء، وفي الفصول الأخيرة من هذا الكتاب، ستعرف أن المياه العذبة هي مصدر محدود يجب الحفاظ عليه، وكذا تنظيفه حتى يمكن استخدامه مرات ومرات مستقبلاً.

وسيتم شرح الكلمات الهامة في نهاية كل قسم تحت العنوان (كلمات ذات دلالة) وكذا في المفردات الموجودة في الصفحة ٤٤، وسوف تكتشف بعضًا من الحقائق المدهشة في كل قسم، سويًا مع بعض التجارب والأسئلة التي تطرح عليك لتفكر فيها.

جزيء الماء

الماء هو السائل الأكثر شيوعًا على الأرض، ويقدر أن على الأرض كمية من الماء تصل إلى ١,٥ مليون مليون مليون (تريليون).

الماء النقي سائل لا لون له ولا رائحة، يتشكل كلية من نوع واحد من الجزيئات. ولجزيء الماء تركيب بسيط، فهو يتكون من ذرتي هيدروجين وذرة أوكسجين واحدة ترتبط ببعضها. وهذه الروابط يصعب تفكيكها إذا ما تكونت. والرمز الكيميائي للماء هو H_2O.

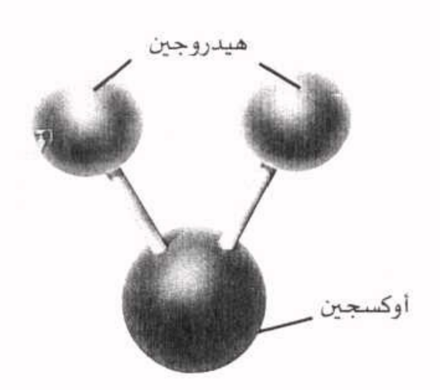
داخل الذرة

تتكون جميع المواد من ذرات، والذرة مركب دقيق، بل متناه في الدقة حتى إنه لا يُرى بالعين المجردة. وهي تتكون من نواة ثقيلة في الوسط، تحاط بكهارب (إلكترونات) متحركة. والنواة عادةً ما تحتوي على نوعين من الأجزاء: البروتونات والنيوترونات.

البروتون موجب الشحنة، في حين أن النيوترون متعادل (هذا يعني أنه لا يحمل أي شحنة كهربية). أما الإلكترونات فهي أصغر بكثير من البروتونات وهي تحمل شحنة سالبة.

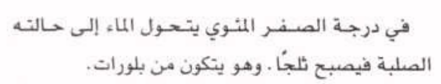
وهي تتحرك باستمرار، مكونة سحبًا مدارية حول النواة، وعادة ما يوجد عدد متساو من الإلكترونات والبروتونات في الذرة الواحدة بقصد أن تتوازن الشحنة السالبة مع الشحنة الموجبة.

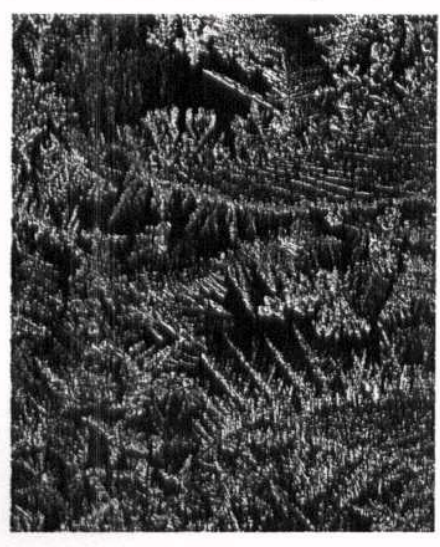
يتكون الماء من ذرات الهيدروجين والأوكسجين: ذرة الهيدروجين هي أصغر الذرات المعروفة لنا، فهي تحوي فقط بروتونًا واحدًا وإلكترونًا واحدًا، وهي لا تحوي أية نيوترونات. أما ذرة الأوكسجين فهي أكبر بكثير من ذرة الهيدروجين وفيها ثمانية بروتونات، وثمانية إلكترونات وثمانية نيوترونات.



يتكون جزيء الماء من ذرتي هيدروجين وذرة أوكسجين واحدة، وذرة الأوكسجين أكبر كثيرًا من ذرة الهيدروجين.

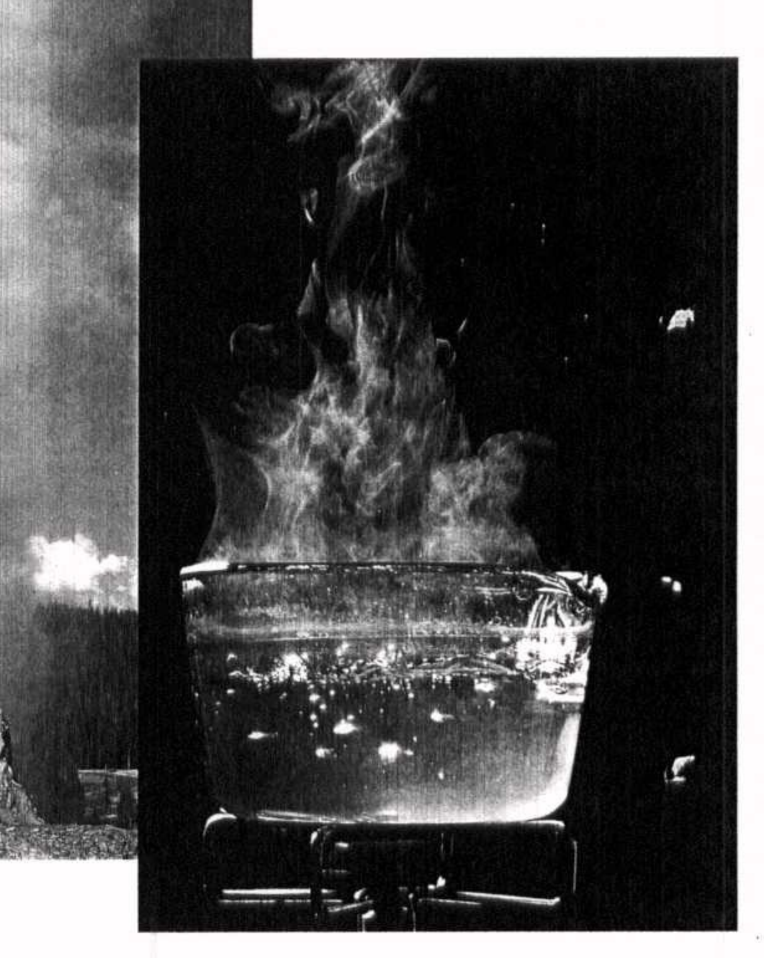
حالات الماء


في درجة الصفر المئوي يتحول الماء إلى حالته الصلبة فيصبح ثلجًا. وهو يتكون من بلورات.



يمكن لأي مادة أن توجد في أي من الحالات الثلاث: الغازية، السائلة أو الصلبة. والأرض فقط هي الكوكب الوحيد بين المجموعة الشمسية التي تتوافر فيها الشروط الصحيحة للماء كي يتواجد في حالاته الثلاث. على أي حال؛ فإن الماء يتواجد بصورته الأكثر شيوعًا -وهي الحالة السائلة-. وفي هذه الحالة، تكون الجزيئات حرة في حركتها، لكنها تظل مشدودة إلى بعضها وتتماسك سويًا. وهذا يسمح للشكل السائل أن يتغير بسهولة وأن يسيل. في درجة الصفر المئوي DC، وهي درجة تجمد الماء، يتحول الماء من سائل إلى صلب، الذي يُعرف باسم الثلج، في داخل جزيئات بلورة الثلج نرى الجزيئات تترابط مع بعضها ولا تستطيع الحركة حول نفسها. وهذا يعطي بلورات الثلج شكلاً ثابتًا. على أي حال؛ إذا قربت ساخنًا من الثلج، فإن الجزيئات داخل بلورة الثلج تبدأ في الاهتزاز، وتدريجيًا تتحرر من الروابط الثابتة لتصبح ماءً مرة ثانية. وإذا ما زيد مقدار طاقة السخونة في الماء، فإن جزيئاته ستهتز بسرعة لدرجة أن بعض جزيئاته ستتحلل من قوة جذب السائل لها، وبذا تتبخر الجزيئات من سطح السائل مكونة غازًا، يعرف باسم بخار الماء، وهذه التغيرات في حالات الماء معكوسة (أي تتحول من الغاز إلى السائل إلى الصلب).

هذا النبع هو ماء طبيعي وهو ينفث عمودًا من الماء الذي يغلي والبخار، ويجب علينا أن نقوم بتسخين الماء إلى درجة غليان ١٠٠أم للحصول على الغاز أو بخار الماء.



ما هي أفضل الظروف لتجفيف الملابس على حبل الغسيل؟

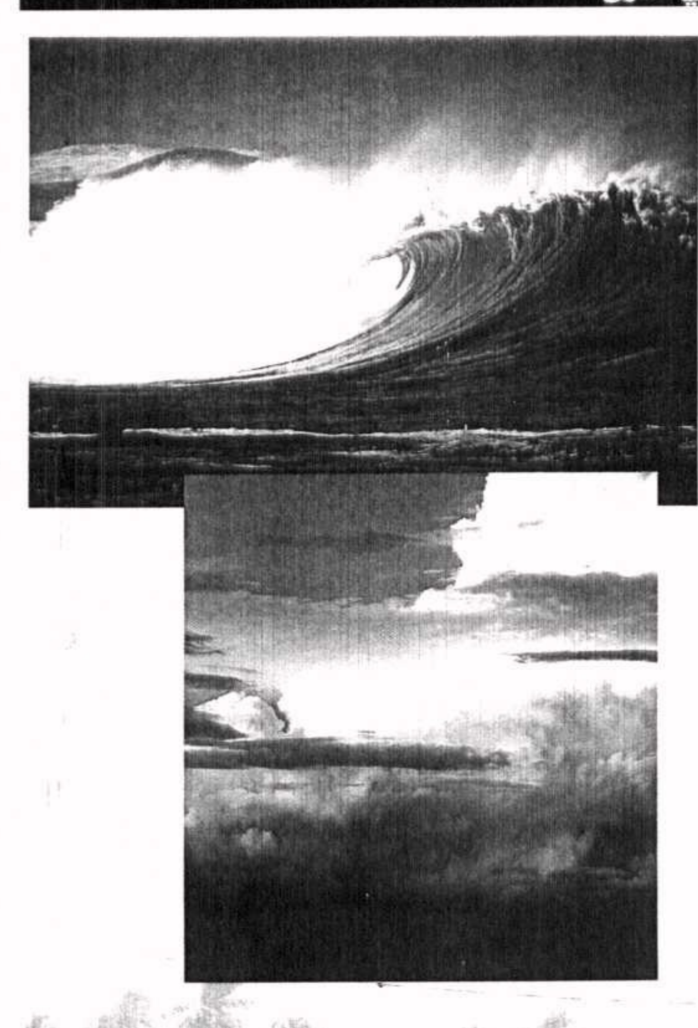
ويستطيع بخار الماء أن يتحول ثانية إلى الحالة السائلة من خلال عملية تسمى التكثيف، بينما يستطيع الماء السائل أن يتجمد مكونًا الثلج.

والماء -كأي سائل- يمكن أن يتبخر في أي درجة حرارة فوق درجة تجمده. فمثلاً يمكن تعليق الغسيل بالخارج في الأيام الباردة ومع ذلك فإن الماء سوف يتبخر من سطح الملابس المغسولة. نقطة الغليان لسائل ما هي أعلى درجة حرارة يصلها السائل دون أن يتبخر كاملاً، ودرجة غليان الماء هي ١٠٠أم، وجزيئات الماء في بخار الماء تكتسب كثيرًا من الطاقة وبالتالي تتحرك بسهولة مالئة أي مكان موجود. إذا ما برد بخار الماء فإنه يفقد حرارة السخونة، وبالتالي فإن جزيئات بخار الماء تتحرك أبطأ وسوف تتكثف وتصبح سائلاً مرة أخرى.

في فترة ما أثناء عصر الجليد البلاستيوستين كان أكثر من ٣٠٪ من سطح الأرض مغطى بالجليد.

في الفصول التالية، سوف نستخدم مصطلح الماء لنشير إلى المياه في حالتها السائلة.

دورة الماء في الكون



رغم أن إمدادات الماء العذب على سطح الأرض محدودة مقارنة بحجم المياه المالحة، فإنه لا يبدو بتاتًا أن الماء العذب سينفد؛ وسبب ذلك أن الماء يتم تدويره بشكل طبيعي، والعملية الكاملة تسمى دورة الماء في الكون.

١- تتسبب طاقة السخونة الآتية من الشمس في تبخر جزيئات الماء من أسطح المحيطات، والبحار، والأنهار، والبحيرات وسطح الأرض. كما أن الماء يتبخر من السطح الخارجي للحيوانات عندما تعرق أو تلهث، وكذا من الأسطح الخارجية للنباتات في عملية تسمى التعرُّق (انظر ص١٩).

٢- يتصاعد بخار الماء، وفي تصاعده ذلك يبرد ويتكثف مكونًا قطرات من الماء. وهذه القطيرات تكوِّن سحبًا في طبقات الجو العليا تحركها تيارات الهواء.

٣- تبرد قطيرات الماء هذه فيما بعد وتتحد مكونة قطيرات أكبر، فتسقط عندئذ في شكل المطر، وإذا كان الهواء باردًا فإن هذه القطيرات تسقط في شكل برد، أو مطر متجمد (القطقط). أو حتى ثلج، ويكون المطر كثيفًا على الأراضي المرتفعة.

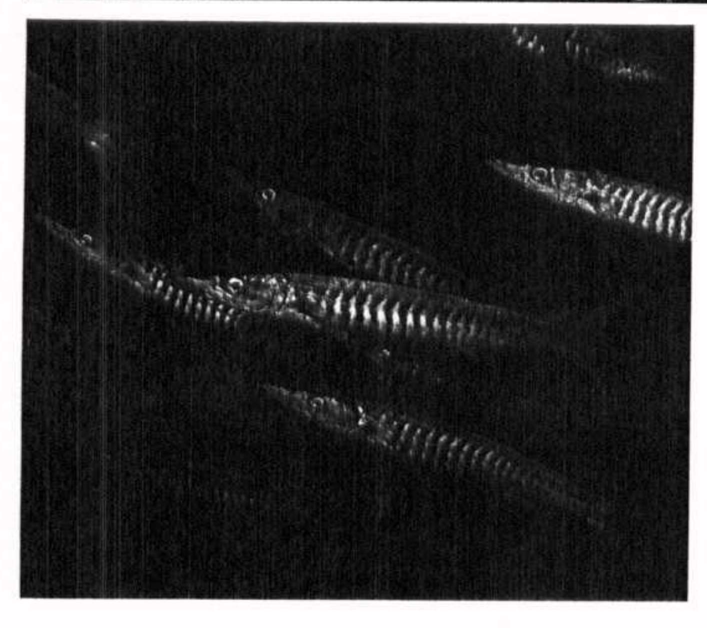
٤- تتسال مياه الأمطار في جداول ماء صغيرة، سرعان ما تتحد مكونة أنهارًا. وهذه بدورها تفرغ في البحيرات أو المحيطات. بعض المياه سوف تمتصها الأرض ليستفيد منها النبات، أو تتسرب إلى أعماق الأرض حتى تصل إلى النطاق المائي (انظر ص٢٢). قد تتحرك المياه تحت الأرض بمحاذاة صخور حاملة للمياه تسمى بالطبقات الصخرية المائية (انظر صفحة ٢١) وتدريجيًا تظهر ثانية من أحد الينابيع. أما المياه التي تتجه إلى الأنهار، والبحيرات والبحار سوف تتبخر عندئذٍ وتتكرر دورة الماء.



كيف يتدخل الناس في سير دورة الماء الطبيعية في الكون؟ وما هي نتائج هذا التدخل؟

الصور من أعلى إلى أسفل توضح المراحل المختلفة لدورة الماء في الكون:
١- التبخر.
٢- التكثيف.
٣- سقوط الأمطار.
٤- تكوين الأنهار وما يتبعه من التبخر.

ما الذي يجعل الماء مهماً إلى هذا الحد؟



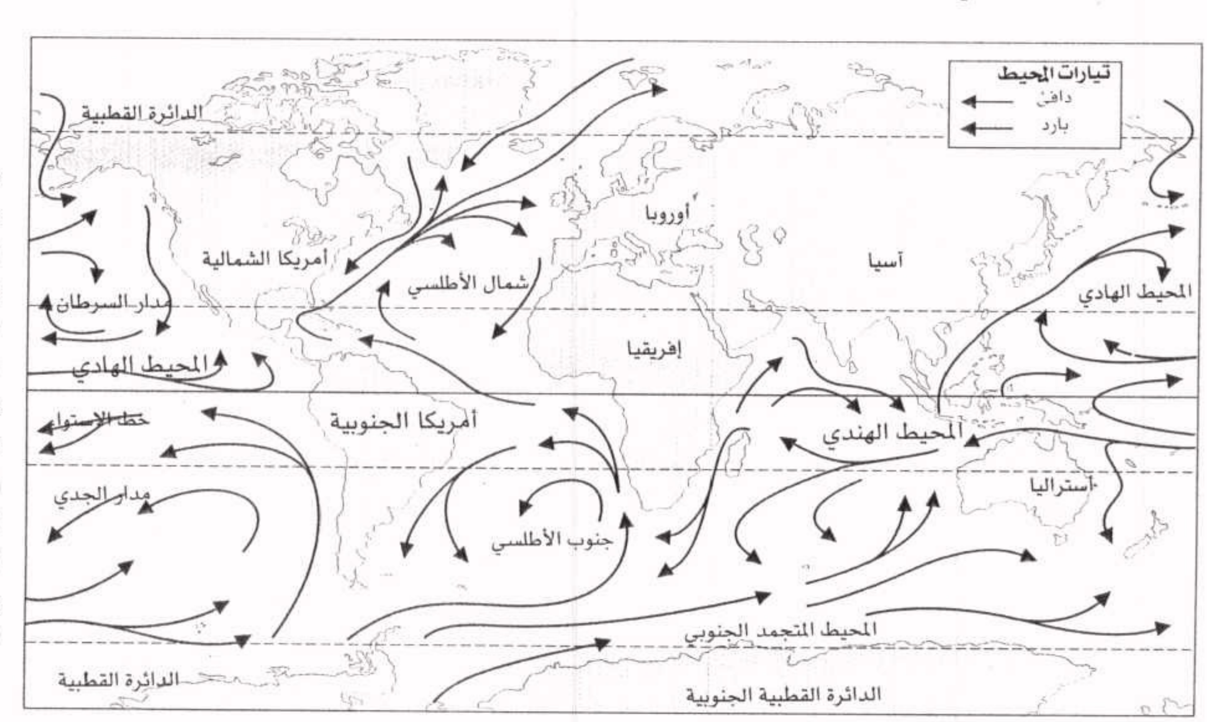
الماء مادة غير عادية ومفيدة إلى أبعد حد. وبداية فإن لها قدرة تسخين عالية، وهذا يعني أن الماء قادر على أن يستوعب كثيرًا من طاقة السخونة دون أن يصبح دافئًا بشكل أكبر، أي أن الحرارة فقط سترتفع تدريجيًا. وإذا ما أصبح الماء دافئًا لمرة، فإنه على أي حال سيفقد السخونة ببطء، وفي المحيطات العميقة تظل درجة الحرارة ثابتة نسبيًا عند ٤ْم، موفرة بذلك بيئة مستقرة جداً للحيوانات والنباتات البحرية.

قدرة سخونة الماء تعني أنه أيضًا يأخذ قدرًا من طاقة السخونة ليسبب تبخر جزيئات الماء. معظم البحيرات نادرًا ما تجف في الأجواء الحارة جدًا؛ لأن الماء يستطيع أن يمتص قدرًا كبيرًا من طاقة السخونة دون أن يصبح ساخنًا بقدر يكفي لفقد الكثير من الماء بالتبخر.

تمتص المحيطات كثيرًا من طاقة السخونة. وهذا يعني أن الماء يمثل بيئة مثالية للحيوانات مثل السمك الذي لا يستطيع تنظيم درجة حرارة جسمه.

ومن المعروف أن امتصاص كميات كبيرة من الطاقة الحرارية يؤدي إلى تكوين التيارات في البحار والمحيطات، فالمياه حول خط الاستواء تستوعب كثيرًا من طاقة السخونة الآتية من الشمس. والمياه الأكثر دفئًا أقل كثافة من المياه الباردة. وسبب هذا أن الجزيئات في المياه الدافئة تتحرك بسرعة وتنتشر إلى الخارج حتى يتواجد عدد أقل منها في حجم معين مقارنة بالماء الأبرد؛ لهذا فإن الماء البارد يرتفع إلى السطح كما أنه (كما في نصف الكرة الشمالي) يكون تيارًا يتحرك شمالاً باتجاه المياه الأكثر برودة. والمياه الأبرد في أقصى الأجزاء من القطب الشمالي لنصف الكرة الأرضية تغوص؛ لأنها كثيفة ثم تطفو ثانية باتجاه خط الاستواء. إن هذه التحركات للمياه الباردة والساخنة تؤدي إلى تكوين تيارات دوارة ضخمة في داخل المحيط تكون مسؤولة عن مناخ الكون.

! تنساب المياه في تيار الخليج بسرعات تصل إلى ٢٢٥ كم في اليوم الواحد.



تظهر الخريطة تيارات الماء في دورانها حول العالم. التيارات الدافئة توفر شتاءً أقل قساوة لمناطق مثل اليابان وبريطانيا العظمى وآلاسكا من فصول الشتاء التي تصيب المناطق الشمالية التي تخلو من التيارات الدافئة، تتيح للسكان الفرصة لأن يعيشوا في راحة أكثر في خطوط العرض الشمالية.


طبقة من الجليد تطفو فوق سطح بركة

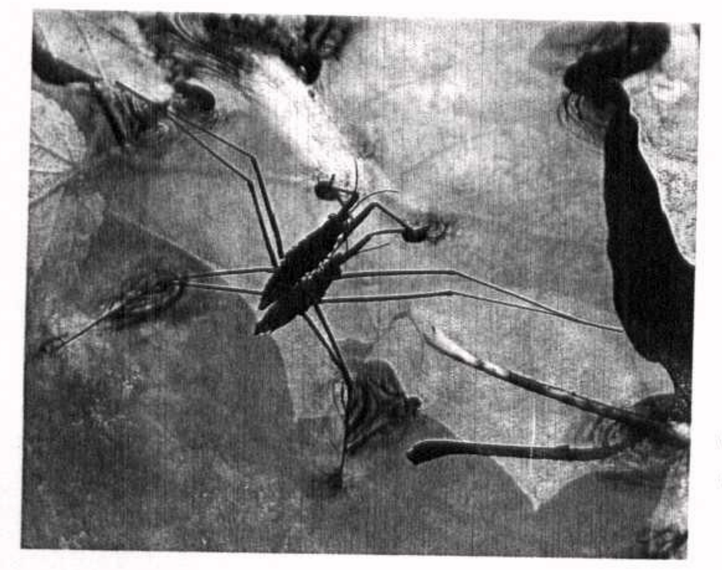
من الخصائص الأكثر إثارة للماء أنه أقل كثافة في حالته الصلبة منه في حالته السائلة. وهذا واضح عندما نرى مكعبات الثلج تطفو على سطح الماء، أو طبقة من الثلج تطفو على سطح بركة، أو جبلاً من الجليد يطفو على سطح ماء البحر. وعندما يتجمد الماء فإن كثيرًا من الهواء يدخل في تكوينه الصلب، مؤديًا إلى زيادة حجمه. والزيادة في الحجم تؤدي إلى تقليل كثافته، مما يسمح له أن يطفو. هذا التمدد في الحجم عندما يتجمد الماء يمكن أن يكون خطيرًا إذا ما وضع الماء في داخل حاوية، مثل الأنبوب أو جدار الخلية النباتية، حيث إن التمدد قد يكون سببًا في أن يتشقق الأنبوب أو يتشقق جدار الخلية منفتحًا. وعندما ترتفع درجة الحرارة عن درجة التجمد ينصهر الثلج ويتسرب الماء من الأنبوب المتكسر أو من جدار الخلية الذي أصابه الدمار.


إذا كانت إحدى البرك مغطاة بالجليد فأين يمكن أن تجد أدفأ غلاف فيها؟

إن غلاف الثلج يوفر في بعض الأحيان حاجزًا واقيًا، فبعض النباتات والحيوانات التي تعيش في البرك تنجو من الشتاء القارص، ذلك أنه عندما تتجمد الطبقة العليا للماء فإن طبقة من الثلج تتكون. وهذه تمثل عازلاً حتى ضد الأجواء الأكثر برودة، وبذا تنجو الحيوانات التي في قاع البركة؛ لأن درجة حرارة الماء تبقى ثابتة عند ٤ْم.

؟ لماذا يطفو خمس جبل الجليد فقط على سطح الماء؟

وكثير من حيوانات البرك أيضًا تستفيد من خاصية أخرى للماء، ألا وهي التوتر السطحي فإذا لمست بيدك -حذرًا- سطح الماء في مكان ما سيظهر لك غشاءً رقيقًا على سطح الماء. هذا الغشاء ينتج عن التوتر السطحي للماء، إنه قوي بدرجة ما، وقوي بدرجة كافية للحيوانات الصغيرة، مثل الخيتعور (بق طويل الأرجل يستند عليها طافيًا فوق سطح ماء البركة الراكد - المترجم)، التي توفر له دعامة ويتحرك بسهولة على سطح الماء.


الخيتعور هنا يرتكز على دعامات على سطح الماء مستفيدًا من التوتر السطحي للماء.

يحدث التوتر السطحي لأن جزيئات الماء تتجاذب ومن ثم تميل لأن تتحد مع بعضها. وعلى سطح الماء تنجذب إلى بعضها أكثر بقوة أكبر من جزيئات الهواء، وهذا يعني أن أي جزيئات تصعد أعلى من مثيلاتها فإنها تسحب إلى أسفل مرة ثانية. ونتيجة ذلك هو الغشاء الظاهر فوق سطح الماء، على أي حال؛ إذا نظرت بعناية إلى الماء في كأس من الزجاج النقي، فقد تلاحظ، أنه في المكان الذي يلتقي فيه الزجاج بالماء، فإن الماء يحاول أن (يزحف) إلى أعلى متسلقًا جوانب الكأس. وهذا ناتج عن تجاذب قوي بين جزيئات الماء أو الجزيئات الموجودة في الزجاج.

ويبقى القول أن الماء غير عادي؛ ذلك أن توتره السطحي أعلى بكثير مما تتوقعه في سائل ما، وفي الحقيقة أنه أعلى ثلاث مرات مما نتوقع.

كيفية منع تكوين الجليد

يمكن منع الماء من التجمد بإضافة كيماويات متعددة، الملح، مثلاً، يخفض درجة الحرارة التي يتجمد عندها الماء عدة درجات تحت الصفر المئوي. وعادة ما ينثر الملح على الطرق في الأجواء الباردة لمنع تكون الجليد. ثمة مادة كيميائية ضد التجمد تدعى جليكول الإثيلين، توضع في أجهزة تبريد السيارات لتمنع تجمد الماء في الرادياتير. فالمحلول المكون من ٣٣٪ من جليكول الإثيلين و٦٦٪ من الماء ستكون نقطة تجمده -٢٠°م (عشرين تحت الصفر المئوي).

بعض النباتات والحيوانات تستخدم كيماويات لتمنع بها تدمير خلاياها إذا ما تعرضت لدرجات حرارة تحت الصفر. فالسمندر السيبيري (وهو حيوان يشبه السمندل المائي) يمكن أن ينجو من درجات حرارة منخفضة إلى غاية -٥٠°م (خمسين تحت الصفر المئوي). والصيف في سيبريا يستمر لثلاثة أو أربعة أشهر، لذا فإن السمندر ينجو بأن يعيش متجمدًا في التربة أو بين النباتات، وفي أواخر الصيف يبدأ في التكيف مع درجات الحرارة المنخفضة بإنتاج مواد كيماوية تمنع التجمد التي تحل محل الماء في دمها وتحمي خلاياها من بلورات الثلج. هناك حيوانات أخرى تستطيع أن تنجو من التجمد أيضًا. فمعظم الضفادع يمكن أن تدخل في سبات تحت الصخور، أو في الماء تحت الجليد مع وجود ما تصل نسبته إلى ٦٥٪ من الماء من جسمها في شكل ثلج.

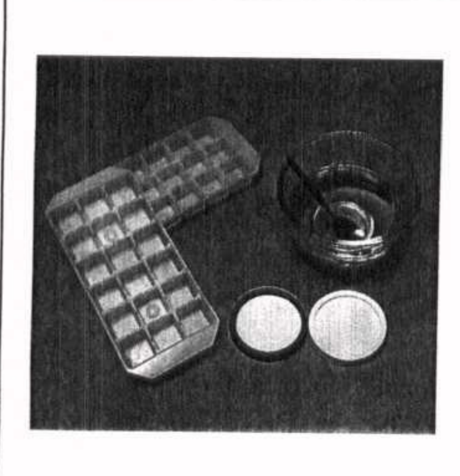


يمكن لضفادع السمندر السيبيرية أن تبقى مجمدة في الأرض لسنوات طويلة، وعندما يذوب عنها الثلج، تستأنف حياتها كأن شيئًا لم يكن.

كثير من الحيوانات التي تعيش في مياه جليدية -مثلاً الأسماك التي تعيش في المنطقة القطبية- لديها جزيئات بروتينية في سوائل جسمها ودمها، تسمى بروتينات مانعة التجمد. على أي حال؛ فإن هذه البروتينات لا تعمل مثل مانع التجمد في السيارة، وذلك بخفض درجة تجمد الماء. بدلاً من ذلك، هي تقوم بتغطية أي بلورة ثلج فور تكوينها وتمنعها من النمو في الجسم مما قد يدمر خلاياها، وقد كشفت الفحوصات الأخيرة أن بروتينات منع التجمد قد تكون

تجربة

درجات التجمد



في هذه التجربة البسيطة ستكتشف تأثير الملح العادي على درجة تجمد الماء، ستحتاج إلى صينيتين مصنوعتين من البلاستيك، لعمل مكعبات الثلج، ملح، سكر، ملعقة شاي، وعاء صغير، ساعة إيقاف أو ساعة حائط وبعض الماء البارد.

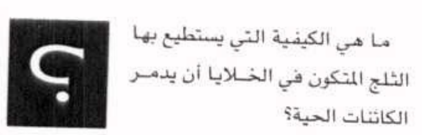
١- املأ إحدى الصينيتين بماء الصنبور (الحنفية)، ضع الصينية في مكان صنع الثلج (الفريزر) بالثلاجة.

٢- سجل الوقت المستغرق حتى يتجمد الماء في تلك الصينية عن آخره ويصبح ثلجًا.

٣- املأ الوعاء إلى منتصفه بالماء وأضف إليه ملعقة شاي مملوءة ملحًا، حرك الماء بدقة حتى يذوب الملح. املأ الصينية الثانية بالماء المالح.

٤- سجل الوقت المستغرق حتى يتجمد الماء المالح. هل يتجمد الماء المالح أصلاً؟

٥- كرر التجربة، ولكن هذه المرة أذب السكر بدلاً من الملح في الماء. كم من الوقت يستغرق حتى يتجمد؟ هل للسكر أي تأثير على درجة تجمد الماء؟

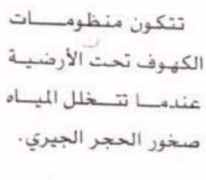

ما هي الكيفية التي يستطيع بها الثلج المتكون في الخلايا أن يدمر الكائنات الحية؟

هامة جدًا في المستقبل، فقد تستخدم في صناعة الغذاء، مثلاً لتنظم تكوين بلورات الثلج في الآيس كريم؛ وقد يمكن استخدامها لحفظ الأنسجة البشرية. ويقوم مهندسو الجينات بإجراء تجاربهم على النبات، خصوصًا المحاصيل، لتمكينها من تكوين بروتينات عدم التجمد الخاصة بها حتى تصبح أكثر مقاومة للصقيع.

المطر الحامض

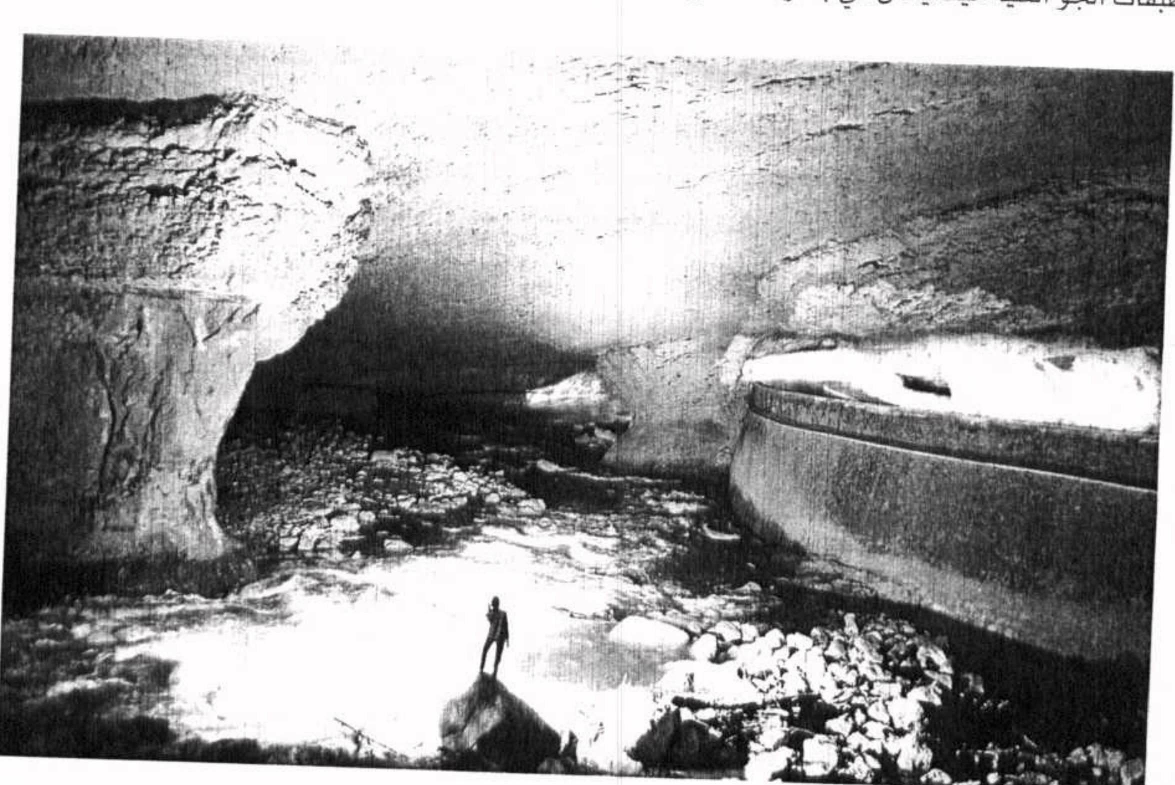
من الناحية المعيارية، الماء لا هو حامضي ولا هو قلوي كذلك: فهو ذا أس هيدروجيني قيمته ٧.

ومقياس الأس الهيدروجيني هو قياس للحامضية أو القلوية للمواد، وهو يتدرج من (حامض جدًا) إلى ١٤ (قلوي جدًا)، وعلى أي حال؛ فإن المواد الكيميائية يمكن أن تذوب في الماء لتجعله إما حامضيًا أو قلويًا، فمثلاً؛ ثاني أوكسيد الكبريت، هو غاز ينتج في الجو الطبيعي، ينحل بالكامل في الماء ليجعله حامضيًا، ويمكن أن يصبح الماء أيضًا حامضيًا إذا انساب عبر صخور حامضية مثل الجرانيت، أو أنه يمكن أن يصبح قلويًا إذا انساب عبر صخور غنية بالكالسيوم مثل الطباشر أو الحجر الجيري.


ثمة حلزون يعرف باسم صدفة البلح يستطيع أن يحفر ثقوبًا في حجر الجير مذيبًا الصخر بحامض يفرزه جسمه.

الماء الحامضي هو المسؤول عن وجود الكهوف الضخمة تحت الأرض الموجودة في الكثير من المناطق الجيرية، فبينما تتخلل المياه الحامضية الصخور في الحجر الجيري، يقوم التفاعل الكيميائي الحادث بتكسير الصخور. فالحجر الجيري غني بكربونات الكالسيوم، وهو بهذا يتفاعل مع الحامض، وبينما هو يفعل ذلك، يصبح الحجر أكثر ضعفًا ويتفتت، وعبر آلاف السنين، يتكون هذا النوع من التعرية، وما يزال يتسبب في تكوين كهوف هائلة ومنظومات أنفاق تحت الأرض.

ونفس العملية تحدث الآن بسبب التلوث البيئي. فاحتراق الوقود العضوي في محطات الطاقة وفي السيارات ينتج عنه تكوين غاز ثاني أكسيد الكبريت، وهذا الغاز يتصاعد إلى طبقات الجو العليا حيث ينحل في بخار الماء مكونًا حامض الكبريتيك المخفف.


تتكون منظومات الكهوف تحت الأرضية عندما تتخلل المياه صخور الحجر الجيري.

الأشـجـار والنبـاتات في تلك الغـابة يحـيط بهـا ضـبـاب حـامـضي يؤدي إلى تلفهـا ويمنع نموها من جديد.



قامت الأمطار الحامضية بتعرية قدر كبير من هذا التمثال الحجري لدرجة أن أجزاءً كبيرة منه قد تفتت.

وعندما يتكثف بخار الماء الحامضي هذا ويسقط إلى الأرض، فإنه يعرف بالمطر الحامضي. والمطر الحامضي يمكن أن يكون له أثر مدمر على الأشجار والبحيرات، وخصوصًا المناطق المرتفعة التي اعتادت على سقوط الأمطار. فالمطر الحامضي الذي يسقط على الغاباد، تدريجيًا، يحول الأس الهيدروجيني لمستوى التربة، وبدوره يؤثر ذلك على صحة الأشجار، وأشجار الصنوبر بصفة خاصة لديها حساسية للأمطار الحامضية، وخلال فترة زمنية معينة، نجد أشواكها تتحول إلى اللون الأصفر ثم تسقط. وفي خلال سنوات قليلة يكون الدمار الذي أصاب الأشواك كافيًا لأن تموت الأشجار نفسها.

وعندما يتم صرف المطر الحامض في البحيرات، فإنه يؤثر على الأس الهيدروجيني لماء البحيرة. فالماء الحامضي يدمر خياشيم السمك مثل السلمون المرقط بأنواعه، كما أن الحيوانات غير الفقارية الصغيرة في البحيرات ستموت أيضًا، وبمرور الوقت ستصبح البحيرات بلا حياة.

وأضرار الأمطار الحامضية معروفة جدًا في أسكندنافيا: (النرويج والسويد والدنمارك، وأحيانًا أيسلندة، وجزر فادو) (المترجم). وأوروبا الشرقية وأجزاء من أمريكا الشمالية، وكثير من المطر الحامضي يأتي من الدول الصناعية البعيدة عن هذه المناطق، ولكن الرياح المنتشرة تحمل المطر الحامضي إلى مسافات بعيدة، كما أن المطر الحامضي يؤثر أيضًا على المباني المصنوعة من الحجر الجيري، ويدمر المطر الحامضي واجهات الأعمال الحجرية المعقدة، وفي النهاية تختفي جميع التفاصيل التي على تلك الأعمال، والمشكلة يصعب حلها بشكل كامل، ولكن الاستخدام المتزايد للفلاتر التي تثبت فوق فوهات أنابيب تصريف عوادم المنشآت الصناعية تساعد في التقليل من كمية غاز ثاني أكسيد الكبريت التي تُنفث في الغلاف الجوي.

كلمات أساسية

- **التبخر**: هو تحول من الحالة السائلة إلى الغازية.
- **الطاقة الحرارية**: هي كمية الطاقة الحرارية المطلوبة لرفع درجة الحرارة لقدر معين من الماء درجة واحدة مئوية (١ْ م).
- **التوتر السطحي**: هو القوة الجزيئية التي تشد سطح السائل إلى أصغر مساحة ممكنة.

الماء كمذيب



الكثير من السكروز ينتقل أسفل جذع قصب السكر حيث يمثل مصدراً رئيسًا للسكر بالنسبة للناس. والسائل المأخوذ من قصب السكر يسخن حتى يتبخر منه الماء، مخلفًا وراءه بلورات من السكر.

كثير من المواد تذوب في الماء، والمادة التي تذوب في سائل تسمى مادة مذابة، فالسكر مثلاً؛ يذوب في الماء، والماء هو المذيب والسكر يعرف كمادة مذابة، فالمذيب والمذاب سويًا يكونان المحلول، وعندما يكون الماء هو المادة المذيبة يقال: إن المحلول مائي، وحيث إنه يوجد الكثير من الماء في أجسام الكائنات الحية (انظر صفحة ٤)، فإن الماء مذيب هام، والمواد مثل الجلوكوز تذوب في الماء الموجود بالدم، الذي يسمح للجلوكوز أن ينتقل في الدورة الدموية في جسم الإنسان (انظر صفحة ١٨) وفي النباتات فإن أهم مادة يتم نقلها وأكثرها شيوعًا هي السكروز، الذي يذوب في الماء أيضًا.

هناك حد لكمية المذاب التي يمكن إذابتها في مذيب. فمثلاً؛ إذا أضيفت كميات متزايدة من السكر إلى الماء سنصل نقطة عندها لن يذاب مزيد من السكر في الماء. يقال عندها إن المحلول قد تشبع، والنقطة التي يكون عندها التشبع تعتمد على درجة حرارة المذيب؛ لأن الماء الدافئ سيذيب كمية من السكر أكثر من الماء البارد. هناك استثناء هام لهذه القاعدة العامة، ذلك أن الغازات تذوب في السوائل، وعلى أي حال؛ فإن الغازات تصبح فعليًا أقل انحلالاً مع ارتفاع درجة الحرارة. فالماء سيحتفظ بكمية من الأوكسجين المذاب في درجة منخفضة أكبر من تلك التي يحتفظ بها في درجة حرارة مرتفعة، وهذا له تأثيره على الكائنات الحية الموجودة في الماء، فالأسماك مثل السلمون والتروته (نوع من السلمون) تحتاج إلى كمية من الأكسجين وهي حساسة جدًا لكمية الأوكسجين المذاب في الماء.

يحتاج السمك كثيرًا من الأكسجين، ولذا فإنه من أول الحيوانات التي تموت إذا نقصت مستويات الأكسجين من الماء.

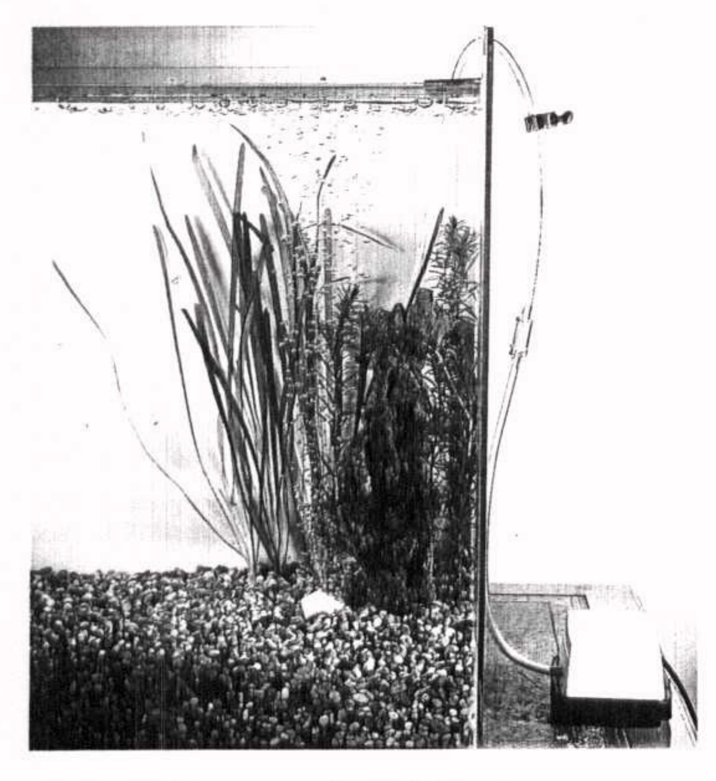


هل يمكنك أن تفكر في خمس مواد في منزلك يمكن أن تذاب في الماء؟

هناك نوع خاص من أنواع تلوث الماء، ألا وهو التلوث الحراري الذي يمكن أن يؤثر بشكل درامي على هذه الأسماك. فمحطات القوى تستخدم المياه من الأنهار والبحار كمبردات (انظر صفحة ٣٢) وتعيدها إلى مصدرها كماء أكثر دفئًا. وعلى أي حال؛ فإن الماء الأكثر دفئًا يحتوي على أوكسجين أقل؛ ولذا فإن السلمون والتروته غالبًا ما تموت عندما تضخ المياه الساخنة في الأنهار التي تسكنها.

والشيء نفسه يمكن أن يحدث أثناء المناخ الحار عندما تصبح درجة حرارة النهر عالية بشكل غير عادي.وهناك القليل الذي يمكن عمله لتخفيض درجة حرارة المياه، لكنه من الممكن رفع مستوى الأوكسجين صناعيًا، في أجزاء من نهر التايمز، وفي أنهار أخرى قليلة، كانت هناك سفينة تدعى (الفوارة) تنتقل إلى المناطق التي بها مثل تلك المشاكل وتقوم بنفث فقاعات من الأوكسجين مباشرة في الماء، على أي حال؛ فإن هذا يوفر حلاً قصير الأجل.

في بعض الأحيان من الممكن أن نجعل المادة أكثر ذوبانًا في الماء دون رفع درجة الحرارة، وأحد الوسائل لتحقيق ذلك هي زيادة الضغط المبذول على السوائل، فإذا ما بذلت قوة على سائل، فإن مزيدًا من جزيئات الغاز سوف تذوب في



يمكن زيادة كمية الأوكسجين في مياه أحواض السمك عن طريق ضخ الهواء مباشرة في الماء.

تجربة

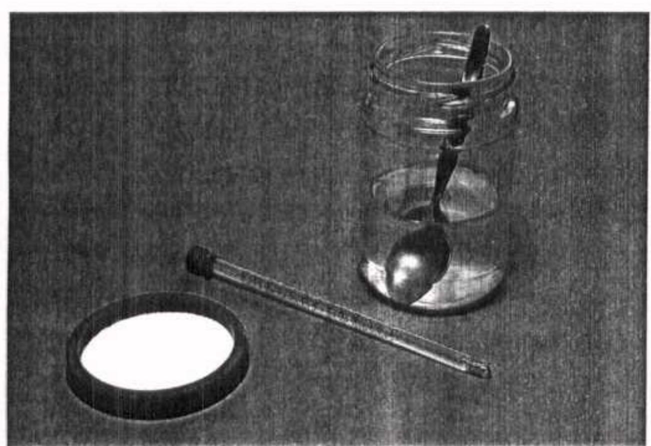
السوائل المشبعة

في هذه التجربة البسيطة سوف تكتشف مقدار المادة المذابة التي يمكن إذابتها في حجم محدد من الماء.

سوف تقارن بين تحلل مادتين في درجتي حرارة مختلفتين، ستحتاج إلى مخبر كبير أو وعاء، ترمومتر، مخبر مدرج، ميزان، ملعقة، قليل من الماء البارد، قليل من ملح الصوديوم العادي (كلوريد الصوديوم) وبعض السكر.

١- صب ١٠٠ سم٣ من الماء البارد في المخبر. قس درجة حرارة الماء، زن ١٠ جم من الملح وأضفها إلى الماء، قلب المحلول لتساعد في ذوبان الملح.

٢- أضف ١٠ جم أخرى إلى الماء، هل تذوب الكمية كلها؟ استمر في إضافة ١٠جم أخرى واستمر في التقليب حتى تصل إلى نقطة لا يذوب عندها الملح إطلاقًا. الآن لديك محلول متشبع.



٣- كرر هذه التجربة باستخدام ماء ساخن من الصنبور. مثاليًا يجب أن تكون درجة حرارة الماء قرابة ٤٠ْم، لاحظ مقدار الملح الذي يجب أن تضيفه حتى تصل إلى أنه لا يمكن ذوبان المزيد، هل يمكنك تذويب المزيد في الماء الدافئ.

٤- كرر هذه التجربة ثانية مستخدمًا الماء البارد أولاً ثم الماء الساخن، ولكن مستخدمًا السكر محل الملح.

أيهما أكثر تحللاً، الملح أم السكر؟ ما هو تأثير درجة حرارة الماء على ذوبان المادة؟ يمكنك أن تجرب هذه التجربة باستخدام مواد أخرى من المطبخ مثل القهوة سريعة الذوبان.

كثير من المياه المعدنية الغازية طبيعيًا ينزع منها الغاز قبل تعبئتها في قوارير. بعدئذ يحقن الغاز ثانية تحت ضغط أكبر، مما هو عليه في الوضع الطبيعي، جاعلاً الماء أكثر غازية.

السائل، والمشروبات الفوارة والمياه الغازية مثال على هذا الأسلوب في التفاعل. ذلك أن غاز ثاني أكسيد الكربون هو المسؤول عن الفقاعات التي نراها في المشروبات، التي تنحل فيها تحت الضغط، وعندما تفتح العلبة أو القارورة، فإن الضغط يزول كما أن الغاز الزائد يكون قادرًا على أن ينطلق في شكل فقاعات. وبينما يتحرك الغاز في شكل فقاعات باتجاه السطح فإن المشروب يفقد غازيته، ويصبح في النهاية متعادلاً. في بعض الأماكن في العالم تخرج المياه من الأرض غازية لتوها، فالماء في الأرض يكون واقعًا تحت ضغط ومحتويًا على غازات ذائبة فيه، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون. وعند خروج الماء من الأرض فإن الضغط يقل سامحًا لفقاعات الغاز أن تنطلق في الهواء الجوي.

الماء الثقيل والماء الخفيف

في أجزاء كثيرة من العالم تتكون تدريجيًا رواسب بيضاء صلبة داخل الغلايات، والمواسير والحاويات الأخرى للمياه. يقال: إن الماء في هذه المناطق ثقيل، ثمة علاقة أخرى للماء الثقيل، إنه من الصعب الحصول على رغوة للصابون كما أن كثيرًا من الزبد يظهر على السطح، أما في المناطق التي بها المياه الخفيفة، فقط تحتاج لكمية بسيطة من الصابون أو الشامبو للحصول على الرغوة، فالمياه الثقيلة تحتوي على كالسيوم ذائب وأملاح ماغنيسيوم مثل هيدروكربونات الكالسيوم (الأكثر انتشارًا) وكذلك كبريتات الماغنيسيوم.

عادة ما توجد المياه الثقيلة في المناطق التي توجد فيها الصخور الجيرية أو الطباشيرية، وهذه الصخور غنية بالمعادن التي لا تذوب في الماء. على أي حال؛ إذا كان الماء فقط حامضيًا بشكل مخفف (راجع صفحة ١٢)، فإن كربونات الكالسيوم التي في الصخور تتفاعل مع الحامض الموجود في الماء وتتحول بالتالي إلى هيدروكربونات الكالسيوم، وعندما يغلي الماء الثقيل، فإن هيدروكربونات الكالسيوم تتحول إلى كربونات الكالسيوم، وحيث إن كربونات الكالسيوم غير قابلة للذوبان فإنها تخرج من المحلول وتتجمع على جانبي الغلاية مكونة طبقة أو غلافًا رقيقًا من الكالسيوم، وتعرف هذه بالطبقة الجيرية، أما الماء المتبقي في الغلاية فقد أصبح الآن ماءً خفيفًا! فالماء الثقيل المحتوي فقط على هيدروكربونات الكالسيوم يوصف بكونه ثقيلاً مؤقتًا، ذلك أن غليه كفيل بأن يزيل سبب كونه ثقيلاً، على أي حال؛ إذا حوى الماء أملاحاً أخرى من الكالسيوم والماغنيسيوم، فليس بالمستطاع إزالة ثقله بالغلي ومن ثم يوصف بأنه ماء ثقيل بصفة دائمة.

مكونات هذه الغلاية الكهربائية مغطاة بطبقة من ماء الجير الأبيض الثقيل.



في الماضي، كانت هناك مشكلة رئيسة في استخدام الصابون في مناطق الماء الثقيل تتمثل في كمية الزبد الملوث الذي يتكون على سطح الأنهار.

تجـربـة

اختبار الماء الثقيل



في هذه التجربة ستقوم باختبار ثقل عدد من عينات مختلفة من الماء، وستحتاج أولاً أن تقوم بجمع بعض من عينات الماء، حاول جمع عينات من ماء الصنبور، ومن الماء الذي تم غليه ثم تم تبريده، المياه المحلاة، المياه المعدنية وكذا مياه الأمطار، وستحتاج أيضًا بعض الصابون السائل، وخمس برطمانات مربى مع أغطيتها، ومرود (قطارة) عيون، المياه المحلاة لن يكون فيها أي أملاح، ولذا فلن تكون ثقيلة، يمكنك أن تقارن جميع نتائجك بتلك التي أجريت على الماء المحلى، فالماء المحلى هنا يشار إليه على أنه عنصر تحكم.

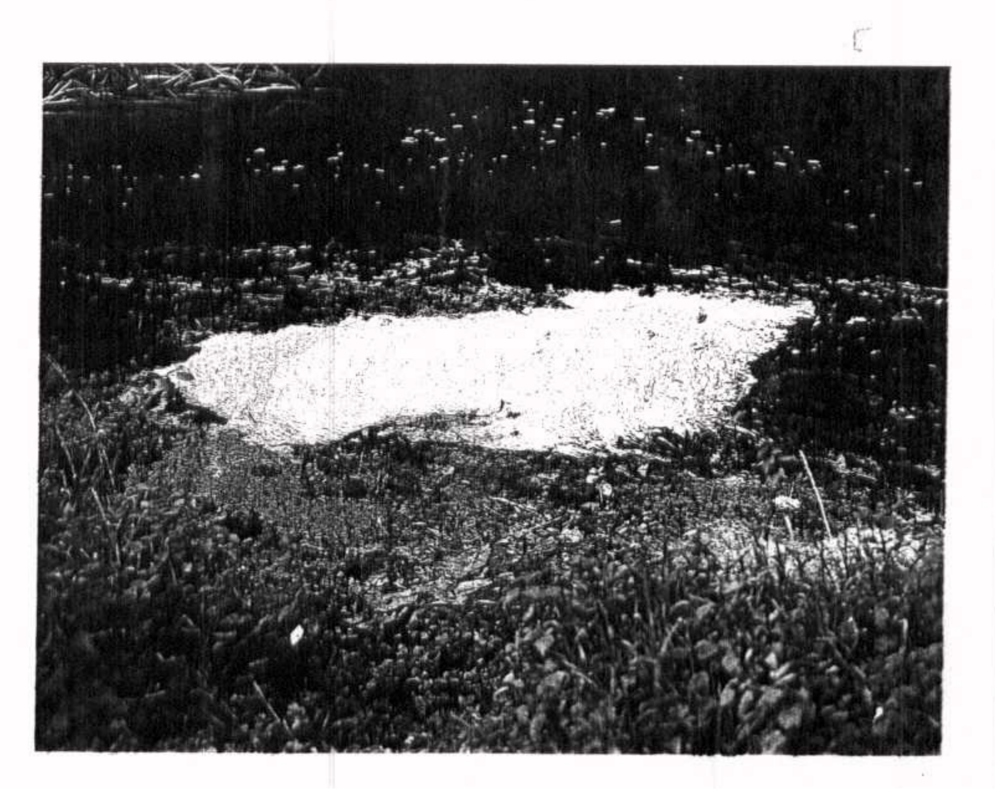
١- املأ برطمانًا إلى نصفه بالماء المحلى، أضف عشر نُقَط من الصابون السائل، ضع غطاء البرطمان ورج جيدًا، ما كمية الرغوة الناتجة؟ دون كمية الرغوة.

٢- أعد هذا الاختبار مع العينات المختلفة للمياه. تأكد أنك تستخدم نفس الكمية من الماء في كل برطمان، لاحظ الآن، أي عينة أعطت القدر الأكبر من الرغوة؟ كيف يمكنك تطوير عمل هذه التجربة؟ كيف يمكنك تعديلها لاختبار الشامبوهات.



ما تأثير الغلي على بعض أنواع الماء الثقيل؟

فقد تكوَّن الزبد عندما أضيف المحتوى على الصابون إلى الماء الثقيل. ويتجمع على سطح بعض الأنهار طبقة كثيفة من غُسالة الصابون. على أي حال تم حل تلك المشكلة على مستوى كبير باستخدام المنظفات الخالية من الصابون، بغية ألا تكوِّن معظم سوائل الغسيل، والمساحيق والشامبوهات تلك الطبقة عند استخدام الماء الثقيل.



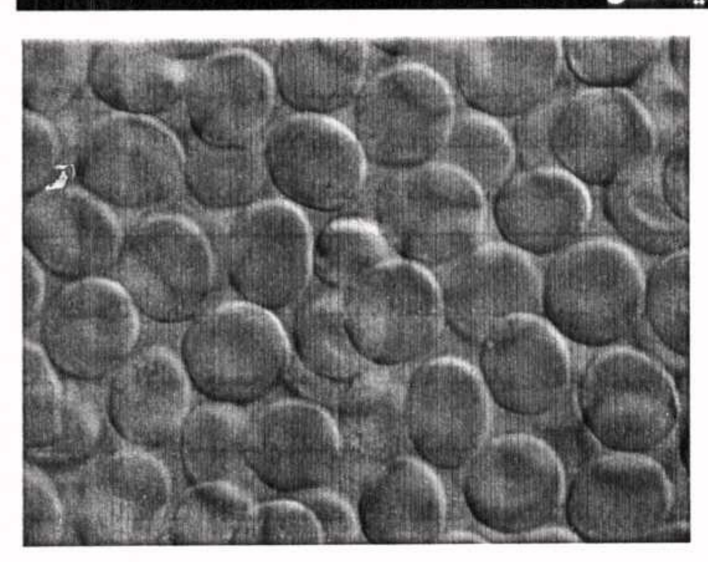
بعض المنظفات تتفاعل مع الكيماويات الموجودة في الماء مكونة زبدًا بغيض الشكل يطفو على السطح.

- **التشبع**: هو الدرجة التي عندها لا تستطيع كمية أكبر من المادة أن تذوب في مذيب ما.
- **المذاب**: هو المادة التي سوف تذاب في مذيب.
- **المذيب**: هو مادة مثل الماء التي سيذاب فيها مادة أخرى.

الماء كوسيلة نقل وإمداد

جميع الكائنات الحية تحتاج مخزونًا من الماء كي تعيش، وللماء وظائف مختلفة، ولكن اثنين منها هما الأكثر شيوعًا وهما: نقل المواد حول جسم الكائن الحي وفعليًا الحفاظ على حياته، إما داخليًا أو خارجيًا، واليوم تنقل كميات كبيرة من المياه عبر مسافات بعيدة حتى يتم توصيلها إلى الأفراد في مواطنهم، تنقل المياه من الأنهار والبحيرات وأماكن التخزين الأخرى إلى المدن.

المياه كوسيلة نقل



يوجد ما يزيد على خمسة آلاف مليون خلية دم حمراء في كل ليتر من الدم. ووظيفتها هي نقل الأكسجين إلى الخلايا، وهي تنتقل عبر سائل يسمى البلازما يتكون أساسًا من الماء.

يشكل الماء نصف حجم دم الإنسان تقريبًا، والإنسان يحمل خمسة ليترات من الدم في جسمه، وهذا الدم يتكون من جزأين أساسيين، هما: البلازما والخلايا، والبلازما سائل لزج مائل للصفرة يتكون معظمه من الماء، ثمة مواد كثيرة مذابة في الماء، فعناصر الغذاء، مثل الجلوكوز، والأحماض الأمينية تُمتص من الأمعاء وتنقل عن طريق الدم حول الجسم وصولاً إلى الخلايا كلاً على حده. كما أن الدم أيضًا ينقل الفضلات مثل اليوريا. وهذه تنطلق من الخلايا وتذوب في ماء البلازما، ثم تنقل اليوريا إلى الكليتين (انظر صفحة ٤١) حيث يتم التخلص منها. ثم نوع آخر من الفضلات، وهو غاز ثاني أوكسيد الكربون، وهو ينقل عن طريق الدم من الخلايا إلى الرئتين، ويوجد في جسم الإنسان رسل كيميائية، التي تسمى هرمونات، وهي تنقل أيضًا عن طريق الدم. والهرمونات لها أدوار محددة في جسم الإنسان، فمثلاً: يوفر هورمون الأدرنيالين استعداد الجسم الإنساني لأن يقاتل أو يهرب. فإذا ما شعرت بالخوف فإن هذا الهرمون ينطلق من غدة دقيقة بالقرب من إحدى الكليتين وينقل إلى أعضاء الجسم عن طريق الدم. وهذا ما يجعل قلبك ينبض أسرع من المعتاد ويجعلك أيضًا تتنفس أسرع.



قد يبدو الدم أحمر اللون لكن الجزء السائل من الدم، وهو البلازما عديم اللون، أما اللون فيأتي من صبغ أحمر يسمى الهيموجولبين.

يوجد ثلاثة أنواع من الخلايا معلقة في البلازما وهي: خلايا الدم الحمراء، وخلايا الدم البيضاء والصفائح. وخلايا الدم الحمراء مسؤولة عن نقل الأوكسجين. فهي تحمل الأوكسيجين من الرئتين وتنقله إلى كل خلية في جسم الإنسان. أما خلايا الدم البيضاء فلها دور مهم في جهاز المناعة في الجسم، فهي تقوم بتدمير البكتيريا والكائنات الأخرى المسببة للأمراض التي تجد طريقها إلى أجسامنا. والنوع الثالث من الخلايا، وهو الصفائح، فهي أجزاء صغيرة من الخلايا، وظيفتها تتلخص في مساعدة الدم على التجلط عندما يتعرض أحد الشرايين أو الأوردة للإصابة.

?

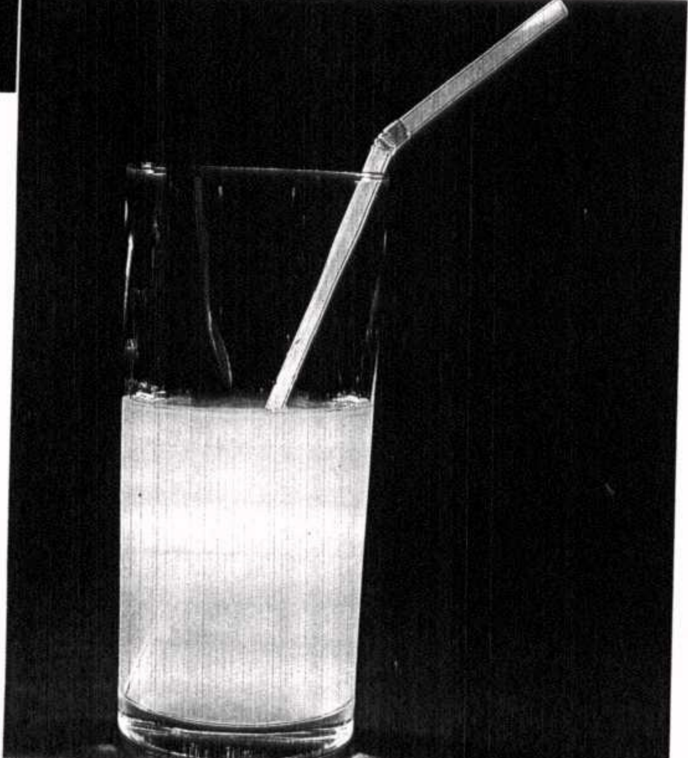
ما نوع العنصر الغذائي الموجود في درنة البطاطس؟

والنباتات تعتمد أيضًا على الماء في نظام نقلها الداخلي للغذاء. ففيها نوعان من الأنسجة مسؤولان عن حركة المواد الغذائية في النبات، إحداهما نسيج يسمى زيلام (الجزء الخشبي من النبات) وهو مسؤول عن نقل الماء والمعادن المذابة من الجذور إلى أجزاء النبات فوق سطح الأرض.

يقوم الكرفس بامتصاص الماء عبر الزيلام تمامًا كما نشفط السوائل باستخدام القشة (يلاحظ أن قنوات النقل الموجودة في زيلام الكرافس تكون حمراء اللون في الجزء السفلي العضوي منها).

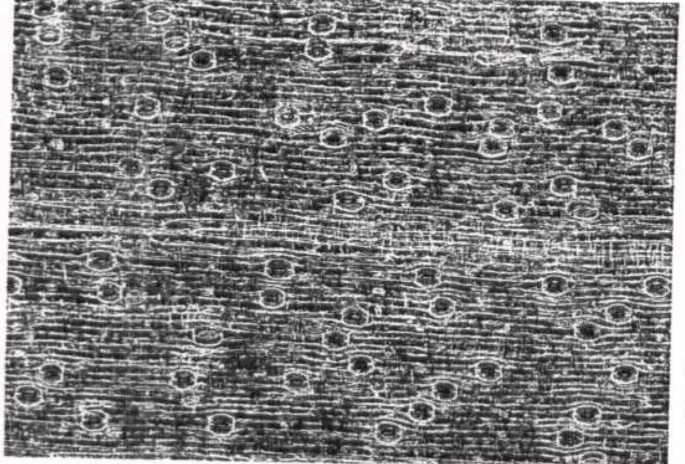
يصعد الماء إلى أعلى النبات عبر أنابيب تسمى قنوات الزيلام التي تشبه إلى حد كبير حزمة من القشات المستخدمة في الشرب؛ لأنك تقوم بامتصاصه عند قمة القشة، والنباتات تسحب الماء من الأرض بطريقة مشابهة، وفي حين يُسحب إلى أعلى من الجذور مرورًا بالساق ليعوض الماء المفقود. وينتج عن هذا انسياب مستمر للماء من الجذور إلى الأوراق، ويسمى تبخر الماء من الأوراق بعملية النتح.

والأوراق لها مسام دقيقة تسمى الثغور، ومعظمها موجود تحت سطح الأوراق، وقد صنع الخالق هذه الثغور لتسمح للغازات بأن تدخل وتخرج إلى ومن النبات من أجل عملية التمثيل الضوئي (وهي عملية تكوين الغذاء من ثاني أكسيد الكربون والماء باستخدام الطاقة الضوئية)، والتنفس (وهو العملية التي يتم فيها تكسير الجلكوز والمواد الغذائية الأخرى لتنطلق فيها الطاقة اللازمة للنبات). كما أنه عندما تفتح تلك الثغور يكون بمقدور بخار الماء أن ينطلق أيضًا، ويكون فقدان الماء ليلاً أقل منه نهارًا؛ لأن الثغور تكون مغلقة، وكثير من الأوراق لها غطاء لامع شمعي ضد الماء على أسطحها العليا، وتعرف تلك الأغطية باسم البشرة، وهذه الأغطية تساعد في التقليل من فقد الماء؛ ذلك أن النباتات التي لها بشرة شمعية يمكنها أن تفقد الماء عبر الثغور التي على الأسطح السفلية للأوراق.



ما هي الشروط التي تسبب أكبر كمية من النتح في أوراق النبات؟

أما النظام الثاني للنقل في النبات فيعرف باسم اللحاء، وهذا النسيج مسؤول عن نقل مواد الطعام مثل السكروز من الأوراق إلى أي مكان يحتاجه النبات. وقد يحدث ذلك في البراعم أو الأغصان الجديدة أو الجذور من أجل نموها، أو في مناطق التخزين مثل جذور الجزر أو درنات البطاطس حيث يحفظ الغذاء لاستخدامه لاحقًا.



الجزء السفلي من ورقة الزنبقة هذه تحتوي على عدد كبير من المسام تسمى ثغورًا. وعندما تكون هذه الثغور مفتوحة يمكن لبخار الماء المخزون أن ينطلق إلى الهواء.

تجـربة

التحقق من عملية النتح في النبات

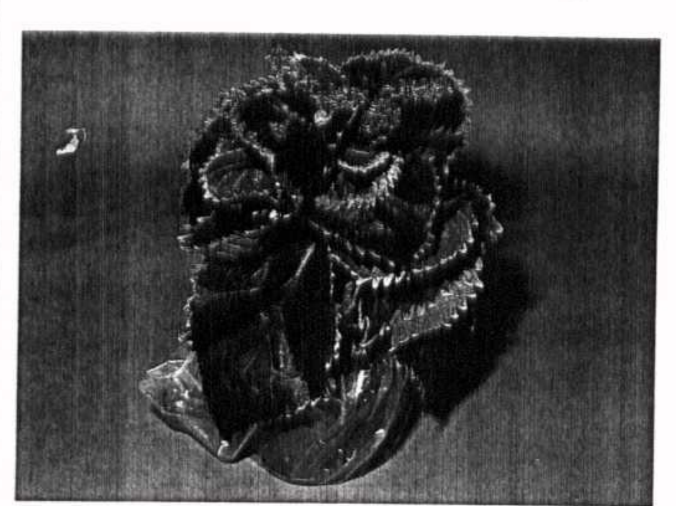
تهدف هذه التجربة إلى التحقق من معدل فقد نبات الإصيص للماء. وكل ما تحتاجه لإجراء هذه التجربة هو نبات إصيص صغير مثل الغرنوقي (إبرة الراعي)، كيسان من البلاستيك، ورباطان من المطاط وميزان.

١- ارْوِ النبتة وتخلص من الماء الزائد.

٢- ضع كيسًا من البلاستيك حول الإصيص وأمّن وضع الكيس بربطه إلى الساق بالرباط المطاطي (انظر الصورة). هذا الإجراء سيمنع تبخر الماء من تربة الإصيص مما يؤثر على نتائج التجربة.

٣- زن تلك النبتة ثم ضعها بعد ذلك على إفريز شباك في يوم مشمس. اترك النبتة هناك لساعات عدة وبعدها أعد وزنها. دَوِّن الوزن الجديد، واحسب مقدار الفاقد من كتلة النبات والإصيص بطرح الوزن الجديد من الوزن الأصلي.

٤- ستكون بحاجة لأن تعوض فاقد الماء قبل بداية الخطوة التالية. خذ إناءً وضع فيه مقدارًا من الماء يساوي المقدار الذي فقده النبات.



فك الرباط المطاطي وأضف الماء إلى التربة. أعد وضع الرباط المطاطي، ثم ضع النبتة في خزانة مغلقة حتى لا يصلها أي ضوء، اتركها مثل المدة التي تركتها معرضة للشمس وبعد ذلك أعد وزن النبتة والإصيص، دوِّن الوزن الجديد واحسب ثانية الفاقد في الوزن، هل فقد النبات القدر من الماء نفسه في المكانين.

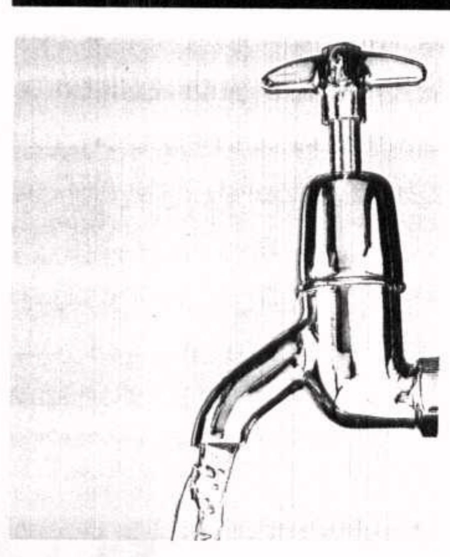
٥- الآن أعد التجربة، ولكن هذه المرة ضع كيسًا ثانيًا حول النبتة بأكملها. أبق على الكيس الأول حول الإصيص. ما هو تأثر كيس البلاستيك الثاني على نتائج التجربة؟ كيف أمكنك أن تثبت أن الفاقد في الوزن هو بسبب تبخر الماء؟ هل يفقد النبات كمية أكبر أو أقل من الماء إذا ما وضع في مكان تهب عليه الريح ويرى الشمس؟ (انظر صفحة ٣٠).

النظم الصناعية لنقل الماء

يتوقع أغلب الناس في الجزء الغربي من أمريكا أن يروا الماء ينهمر عند فتح الصنبور. لكن كيف تصل المياه إلى هناك؟ معظم المدن الحديثة قد أقيمت وبها شبكة عمل من الأنابيب تحت الأرض تنقل الماء والغاز والزيت وتتخلص من مياه المجاري والفضلات الأخرى.

يمكن نقل الماء إلى مسافات هائلة البعد من أماكن تتوافر فيها بكميات كبيرة إلى مناطق يكون الماء فيها أقل، والمجرى الذي يصنع لنقل الماء عبر الوادي يسمى قناة، وقد بنيت أول القنوات على يد قدماء الإغريق منذ ما يزيد على ألفين وخمس مئة عام خلت. وما يزال السعي لتطوير طرق نقل المياه قائمًا، فمثلاً: مشروع مياه ولاية كاليفورنيا يقتضي نقل المياه من بحيرة أورڤيل، في شمال الولاية، من مسافة تقارب مئة وسبعة وسبعين كيلومترًا، عبر جبال تيكاتشابي إلى المناطق الحضرية في جنوب كاليفورنيا.

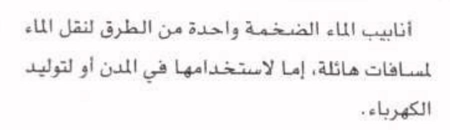
ويمكن أن ينتقل الماء بشكل طبيعي إلى مسافات هائلة داخل الصخور الحاملة للمياه. فالطبقات التي تحت الأرض الحاملة للماء هي صخور تحتفظ بقدر كبير من الماء بين ثناياها، وهي بذلك تمثل مخازن للمياه تحت الأرض.



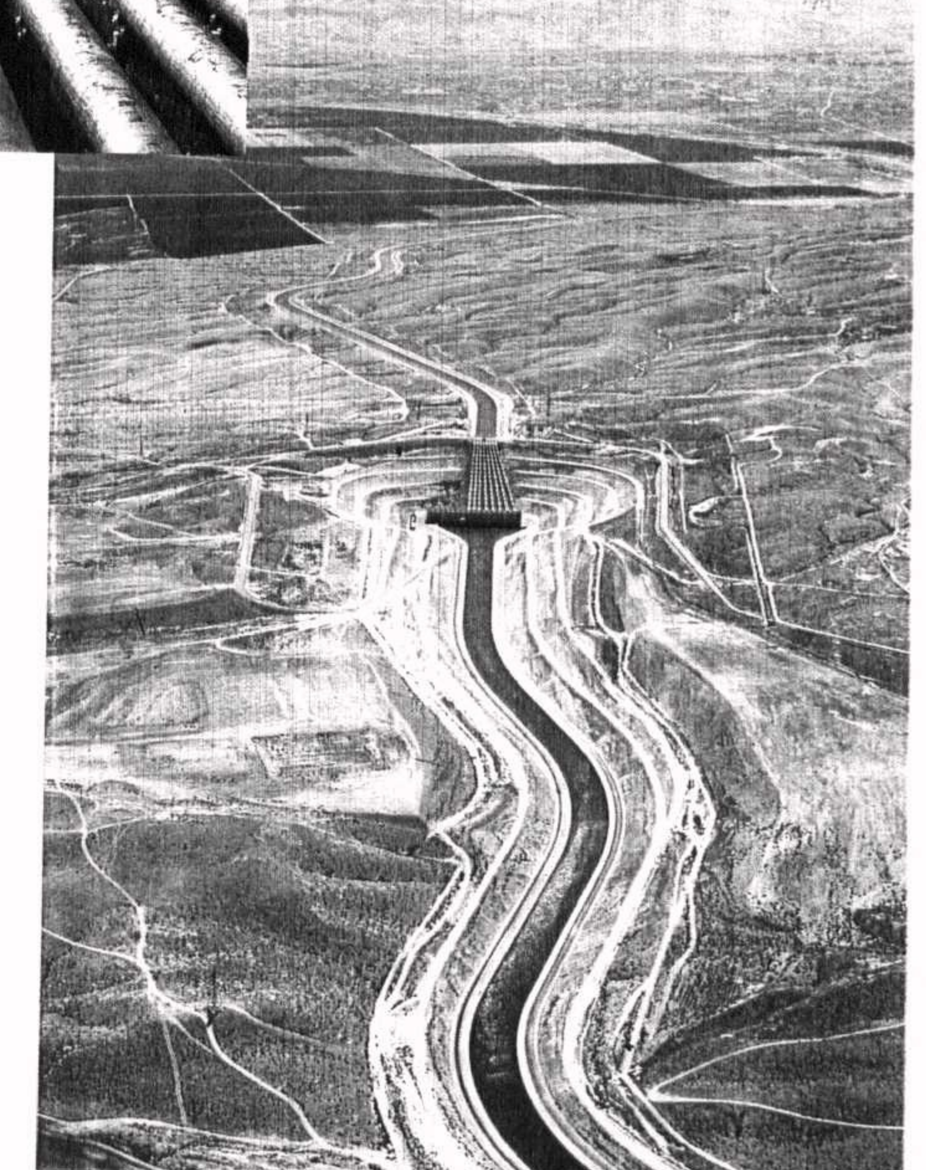
الماء المنقول صناعياً غالباً ما ينتهي به المطاف بالخروج من الصنبور

ِهذه الطبقات تحمل الماء تحت الأرض لآلاف الكيلو مترات، ن الماء ينساب عبر الصخور بمعدل بطيء جدًا جدًا، هناك كبير من تلك الطبقات الكبرى في شمال إفريقيا، ومثال ذلك في مصر، وفي هذا الجزء من العالم قد تصل الفترة الزمنية ـا يقارب ٤٠,٠٠٠ (أربعين ألف عام) ما بين سقوط الأمطار ت الذي يصل فيه الماء إلى سطح الأرض! وفي الحقيقة أنه ـ مخزون من المياه لا يُستهان به تحت أرض الصحراء ية).

ِعندما تقترب تلك القناة من سطح الأرض يمكن أن تتسرب المياه مكونة ينبوعًا، وكثير من المستوطنات نشأت حول يع الطبيعية التي توفر مصدرًا لمياه الشرب العذبة، يوجد صحراء عيون مياه تسمى واحات، والواحة هي



أنابيب الماء الضخمة واحدة من الطرق لنقل الماء لمسافات هائلة، إما لاستخدامها في المدن أو لتوليد الكهرباء.



! الحَمَّة (نبع الماء الحار) نبع طبيعي ينفث عمودًا انفجاريًا من البخار والماء الحار. ومن المعروف أن حمّة أولد فيث في الحديقة الوطنية في يلوستون بالولايات المتحدة الأمريكية تنفث ماءها كل ٣٣ (ثلاثًا وثلاثين) إلى ٩٦ (ست وتسعين) دقيقة.

! تشتهر بون دي جار بأنها قناة مياه رومانية بالقرب من نيس في فرنسا، وفي زمن الرومان كانت تنقل ٢٠,٠٠٠ (عشرين ألف) متر مكعب من الماء إلى نيس يوميًا.

نظم القنوات مثل هذه الموجودة في كاليفورنيا تحمل الماء إلى مسافات هائلة.

كثير من النباتات والحيوانات تستفيد من الميا
التي تأتي من الينابيع الطبيعية، مثل تلك الت
على اليمين، وقد استطاع الإنسان أن يصل إل
الماء الموجود في الطبقات الصخرية بالحفر ف
باطن الأرض حتى الوصول إلى الماء، وغالبًا م
تكون الآبار فتحات عميقة في الأرض تتطل
مضخات لرفع مياهها إلى سطح الأرض.



مكان في الصحراء حيث يلتقي سطح الأرض بطبقة صخرية تحفظ تحتها الماء، ومثال ذلك ما نراه في الوديان. وكثير من المدن تعتمد على الماء الذي يأتي من جوف الأرض من تلك الطبقات الصخرية، حيث يتم سحب الماء بالحفر في الصخر المغطى مكونًا بذلك نبعًا اصطناعيًا، أو بئرًا.

ويمكن للآبار أن تصل إلى سهول المياه، وسهل الماء هو المستوى الذي يتم ترشيح المياه عنده من الأرض وبعدها تتجمع في تلك النقطة.

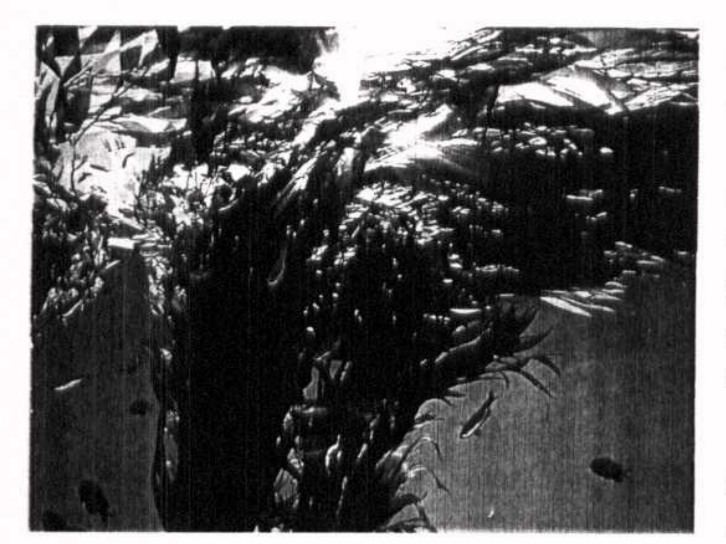
الماء كإمداد - الماء كوسيلة دعم



تستطيع أكبر الحيوانات في العالم، وهي الحيتان، أن تكبر إلى هذا الحجم، فقط لأن المياه توفر دعامة طبيعية لها.

من المستحيل تقريبًا أن يتم ضغط الماء (أي أن يضغط إلى حجم أصغر)، وهذه الظاهرة تسمح باستخدام الماء كشكل من أشكال الدعم للنباتات الصغرى، ورغم أن تلك النباتات ليس لها هيكل خشبي داعم، إلا أنها تحتوي على خلايا بجُدُر مقواة، وتمتلئ الخلية بمادة تشبه الجيلاتين تسمى السيتوبلازم، وهذه المادة تحتوي كثيرًا من الماء، كما أن خلايا النبات تحتوي على تجويف كبير (وهو تركيب ممتلئ بالسائل محاط بغشاء)، وهذا التجويف يحوي كمية من الماء، وإذا امتصت خلية النبات مزيدًا من الماء فإن السيتوبلازم والتجويف يمتلئان بالماء وينتفخان، وينتج عن ذلك أن محتويات الخلية تضغط على جدار الخلية، وتوصف هذه الخلايا بأنها متورمة، والخلايا المتورمة تجعل النبات أشد صلابة وأفضل قدرة على مقاومة القوى الخارجية مثل الرياح.

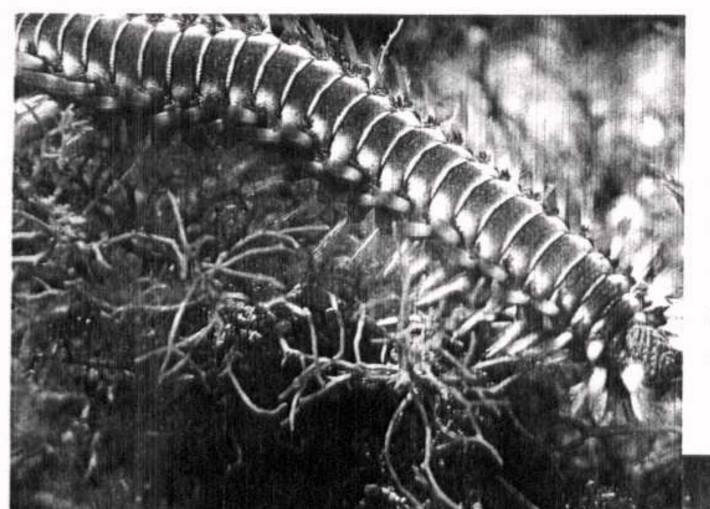
وتتضح أهمية الماء بوضوح عند ملاحظتنا لنبات لم يصله الماء بقدر كاف، حيث إنه سرعان ما يبدأ في الذبول، وبينما تفقد الخلايا الماء فكذلك يفقد النبات دعاماته وتبدأ الأوراق في التساقط، وإذا ما أعطي بعض الماء بسرعة فإن الخلايا يمكن أن تسترد عافيتها، على أي حال؛ إذا ظل النبات فترة طويلة دون ماء فإن الخلايا ستدمر بشكل نهائي وسيموت النبات.



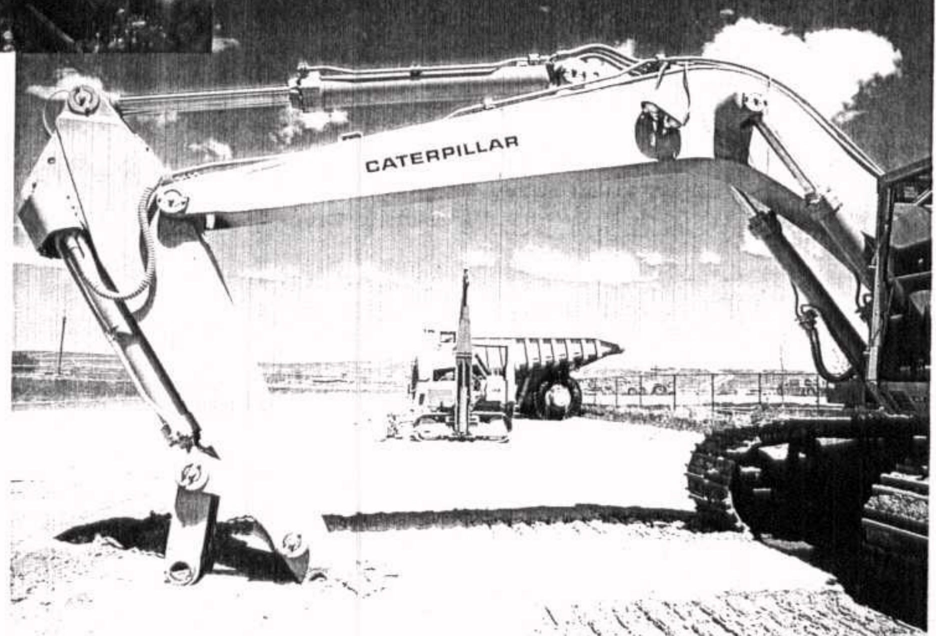
هذا عشب بحر ضخم تدعمه المياه، وعندما تدفعه المياه إلى الشاطئ فإنه يتحول إلى كومة لا حراك لها.

الحيوانات والنباتات التي تعيش في الماء تعتمد على الماء في توفير دعامة لها، فالحيوانات مثل قناديل البحر ليس لها هيكل عظمي لكنها تعتمد على الماء لدعم أعضاء جسمها. وهناك أيضًا نباتات ضخمة تعيش في الماء، في حين أن النباتات التي تنمو على اليابسة مثل الأشجار عليها أن تنتج الخشب لدعم جذوعها. بعض أكبر الطحالب البحرية يبلغ طولها مئات الأمتار، ويوفر الماء جميع احتياجاتها الداعمة لأنسجتها، وعندما تدفعها مياه البحر إلى الشاطئ تقع على الأرض بلا حراك حيث تكون قد فقدت وسائل دعمها الوحيدة.

كثير من الحيوانات تعتمد على الماء لدعمها داخليًا، فالديدان مثل سراج الليل البحري، لديها تجويف مركزي يحتوي على الماء. وتقوم عضلات الدودة بالضغط على السائل ولكن السائل لا ينضغط، ولهذا فإن السائل يندفع بقوة ناحية طرف من أطراف الدودة. وبالتحكم في الضغط على السائل والمكان المراد عمله فيه، فإن العضلات تجعل جسم الدودة يغير شكله، باستخدام مجموعة من العضلات، فإن الطرف الأمامي لجسمها يتمدد إلى الأمام، بينما مجموعة أخرى تتسبب في حركة الجزء الخلفي من جسمها إلى الأمام وذلك بإحداث تقلصات فيه. وبتكرار هذه العملية، تستطيع الدودة تحريك كل جسمها إلى الأمام.



وقد استفاد الإنسان من حقيقة استحالة ضغط الماء، فكثير من الآلات تحتوي على نظام هيدروليكي، أي منظومة من الأنابيب تمتلئ بالسائل (وغالبًا ما يكون الماء) وحيث إن السوائل لا تستطيع أن تنضغط، فإن قوة الضغط المستخدمة تسري خلال السائل وتتحول إلى شيء آخر. فالمكابح (الفرامل) الهيدروليكية للسيارة تعمل؛ لأن السائل الموجود داخل نظام الفرامل لا يمكن أن ينضغط.

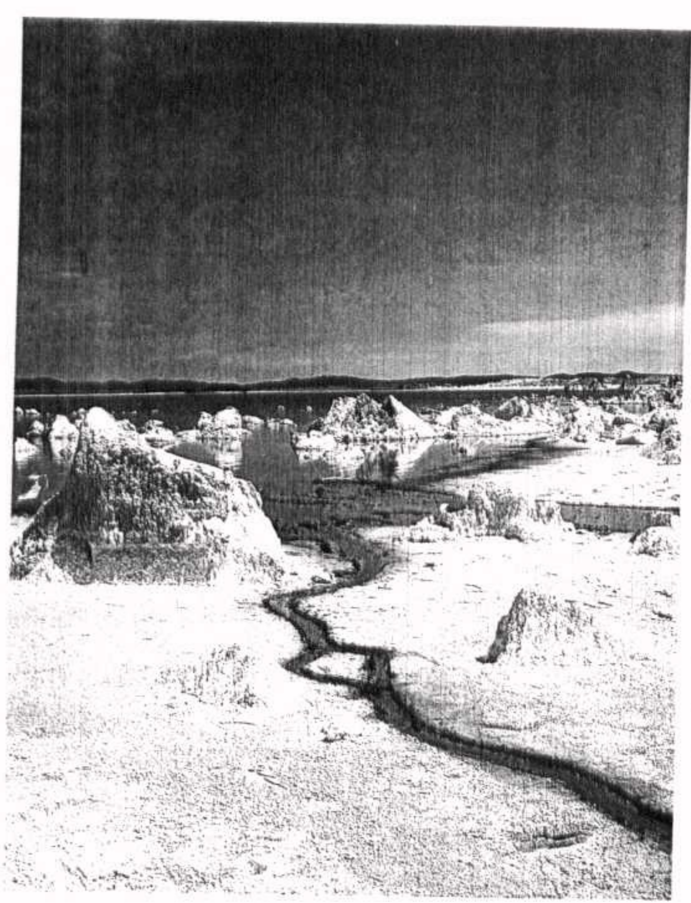


الدودة الشعاعة (سراج الليل - أعلى) والذراع الهيدروليكي (يسار) كلاهما يستفيد من ضغط السوائل.

- **أكسويفر:** طبقة صخرية قادرة على حمل ونقل الماء.
- **الدم:** سائل ثخين لزج يجري في الشرايين الدموية يتكون من خلايا معلقة في البلازما.
- **النتح:** عملية تبخر الماء من النبات، وأكثر ما تكون في الأوراق.

المياه العذبة والمياه المالحة

منذ فجر تاريخ الأرض، أي منذ ما يزيد على ٤,٦٠٠ (أربعة آلاف وست مئة عام ت)، لم تكن هناك محيطات، كما أنه لم يكن هناك غلاف جوي، فالحرارة المنبعثة من خل الكوكب جعلت بعض المواد تتبخر مكونة طبقة من الغاز حول ض، وهكذا تكون الغلاف الجوي. وكان بخار الماء واحدًا من هذه ازات، وهو الشكل الغازي للماء، ومع انخفاض درجة حرارة الغلاف ـوي تواجد المزيد من الماء الذي لم يستطع الغلاف الجوي أن تحوذ عليه، كما أن كمية بالغة الكبر من بخار الماء تكثفت متحولة ، سائل، سقطت في النهاية في شكل أمطار مكونة المحيطات. ذه المياه لم تكن نقية؛ لأنها حوت عناصر مثل الكلورين، والبرومين، ليودين والنيتروجين، وحيث إن المحيطات قد تكونت أولاً، فإن موادَّ ـرى كالمعادن من الصخور المتعرية، قد دفعتها الأنهار إلى حيطات. وهذه المعادن، وخصوصًا كلوريد الصوديوم، هي التي عل مياه المحيطات مالحةً.



يستمر مستوى الماء في الانخفاض في بحيرة مونو في كاليفورنيا، مخلفًا وراءه قشورًا من مادة ملحية تعرف باسم الكالسيت (وهي كربونات الكالسيوم المتبلورة).

ورغم أننا نصف مياه البحار والمحيطات على أنها مالحة، فإن ميع أشكال المياه تحوي أملاحًا مذابةً، تمامًا كما تحوي غازات ـواد عضويةً. (وكثر مؤخرًا احتواء الماء على ملوثات). ويمكن ـفريق بين المياه المالحة والمياه العذبة بالنظر إلى كمية الأملاح وجودة في كل. فليتر واحد من مياه البحر يحوي تقريبًا ٣٥ (خمسة لاثين) جرامًا من الملح، رغم أن ذلك قد يختلف من مكان إلى آخر ل العالم. والملح الأكثر شيوعًا هو كلوريد الصوديوم أو الملح العادي، كن يوجد أيضًا أملاح الماغنيسيوم والكالسيوم (انظر صفحة ١٦). ي الحقيقة أن المياه المالحة تحوي كميات صغيرة فعليًا من جميع العناصر الموجودة على كب الأرض.

المياه العفنة هي مياه مالحة اختلطت بماء عذب. ويحدث هذا غالبًا عند مصبات نهار، حيث تلتقي بالبحار، وصولاً إلى المناطق التي تتحرك فيها مياه الأنهار عكس تيار، حيث تتأثر بعمليات المد البحري. وتتأثر المياه العذبة بالصخور والتربة التي تجري يها، فالحبيبات الدقيقة من الملح الموجودة في الماء تحدد ما إذا كان الماء عذبًا أم مالحًا نظر صفحة ١٦).

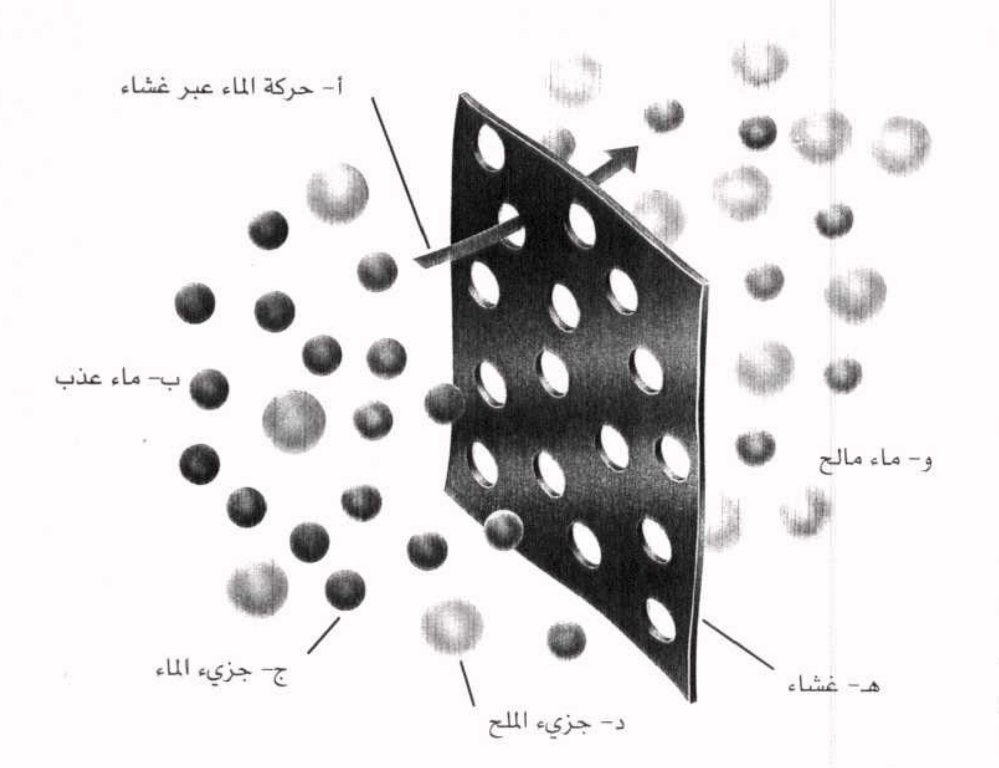


بحيرة الملح العظمى في يوتا، بالولايات المتحدة الأمريكية والبحر الميت في الأردن بهما أملاح كثيرة لدرجة أنها تتحول إلى بلورات على الشاطئ.

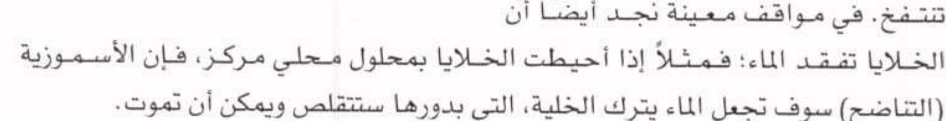
الانتشار والتناضح (الأسموزية)

إذا ألقيت كمية صغيرة من الحبر الملون في قليل من الماء المقطر، فإن الحبر تشر في الماء ببطء حتى يتلون الماء كله بشكل متساو. ذلك أن جزيئات الحبر قد زعت بشكل متساوٍ في الماء، وحركة الجزيئات من نقطة تكون فيها ذات تركيز عال ى أخرى يكون التركيز فيها منخفضًا تسمى بظاهرة الانتشار.

تحاط جميع الخلايا بجدار خلوي به ثقوب دقيقة، وهذه الثقوب تسمح للجزيئات الأصغر أن تمر جيئة وذهابًا من وإلى الخلية، بينما هي تمنع مرور الجزيئات الأكبر، وهذا يعني أن الخلية تستطيع أن تتحكم في المواد التي تدخل إليها أو تغادرها، وذلك الجدار يوصف بأنه منفذ جزئي، وبما أن جزيء الماء صغير جدًا فإنه يستطيع عبور جدار الخلية؛ لهذا إذا كان هناك كثير من الماء حول الخلية وكمية أقل من الماء بداخلها، فإن الماء يتحرك عبر الجدار إلى داخل الخلية. وهذه الحركة شكل من أشكال الانتشار تسمى التناضح، وبينما تحصل الخلية على حاجتها من الماء من خلايا التناضح، فإنها تنتفخ. في مواقف معينة نجد أيضًا أن الخلايا تفقد الماء؛ فمثلاً إذا أحيطت الخلايا بمحلول محلي مركز، فإن الأسموزية (التناضح) سوف تجعل الماء يترك الخلية، التي بدورها ستتقلص ويمكن أن تموت.



عندما تفصل الماء العذب عن الماء المالح بواسطة غشاء نفاذ جزئيًا، فإن الماء الموجود في جانب الماء العذب سيتحرك باتجاه الماء الموجود في جانب الماء المالح.



تجربة

الأسموزية (التناضح) في نبات البطاطس

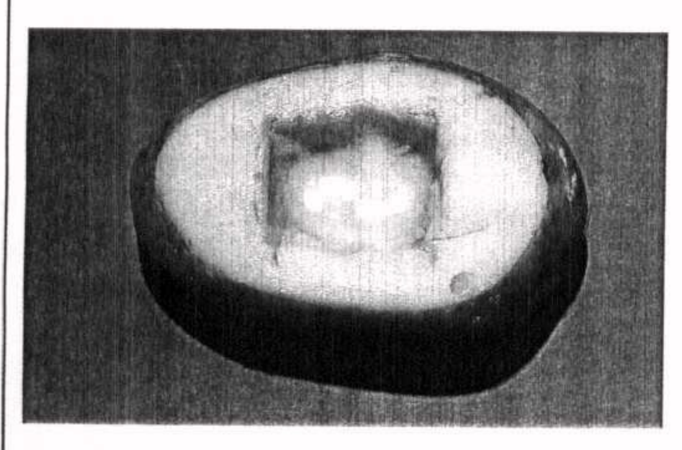
في هذه التجربة سوف تتحقق من تأثير الأسموزية على نبات البطاطس. ستحتاج بعض حبات البطاطس، ساعة، ملعقة شاي، سكين، وكمية قليلة من السكر، كمية قليلة من الملح.

١- اقسم حبة البطاطس بعناية إلى نصفين. بعد ذلك أحدث حفرة غائرة على سطح كل من النصفين (انظر الصورة). أيضًا اقطع جزءًا من قاع كل من النصفين حتى يصبحا مستويين ولا يهتزا عند إجراء التجربة في الحفرتين الغائرتين في أعلى النصفين.

٢- املأ ملعقة الشاي حتى منتصفها ملحًا ثم ضع الملح في الحفرة الغائرة في النصف الأول من البطاطس.

٣- املأ ملعقة الشاي ملحًا وضع الملح في الحفرة الغائرة في نصف حبة البطاطس الثاني. واترك النصفين مدة ساعة.

٤- راقب الحفرتين بعد ساعة، هل تستطيع أن ترى تكوّن أي سائل؟



٥- كرر هذه التجربة مع حبة بطاطس أخرى، مستخدمًا السكر بدلاً من الملح.

٦- كرر التجربة، لكن في هذه المرة أضف ملعقة شاي مليئة ماءً بدلاً من السكر أو الملح، يجب أن تلاحظ أن وجود الملح أو السكر في الحفرتين يتسبب في سحب الماء من البطاطس بتأثير الأسموزية. فالماء ينتقل بالأسموزية، من مكان به كثير من الماء (خلايا البطاطس) إلى حيث يوجد ماء أقل (السكر أو الملح). أما عندما وضعت الماء في الحفرتين، فإنك لاحظت أن حجم الماء هناك بعد ساعة لابد أنه قد انخفض. لماذا؟

المعيشة في الماء العذب

ب
ماذا يحدث للكائنات الحية التي تعيش في الماء العذب إذا لم تتمكن من التخلص من الماء الزائد؟

تواجه الحيوانات التي تعيش في المياه العذبة مشكلة، ذلك أنها محاطة بالكثير من الماء، وخلايا أجسام تلك الحيوانات مليئة بالأملاح، ولهذا يوجد ماء أقل في خلاياها مقارنة بالماء خارج أجسامها، وحيث إن الأسموزية تحدث عبر جدران الخلايا، فإن الماء سيحاول دومًا أن ينفذ إلى أجسامها من الخارج، وهذه الحيوانات يجب عليها أن تتخلص باستمرار من الماء الزائد، الأميبا واحدة من أبسط الكائنات الحية الممكن تواجدها في الماء. فهي وحيدة الخلية (أي أن جسمها يتكون من خلية واحدة)، وحيث إنها تعيش في المياه العذبة، فإن الماء ينفذ دائمًا من جدار خليتها إلى الخلية نفسها، والأميبا عليها أن تضخ الزائد من هذا الماء إلى الخارج، وكأنها تطرد الماء خارج قارب يتسرب إليه الماء، خشية الغرق! ولها تركيب خاص يسمى بالتجويف الانقباضي الذي يمتلئ بالماء بشكل متكرر، ويتحرك باتجاه سطح الخلية طاردًا الماء إلى الخارج.

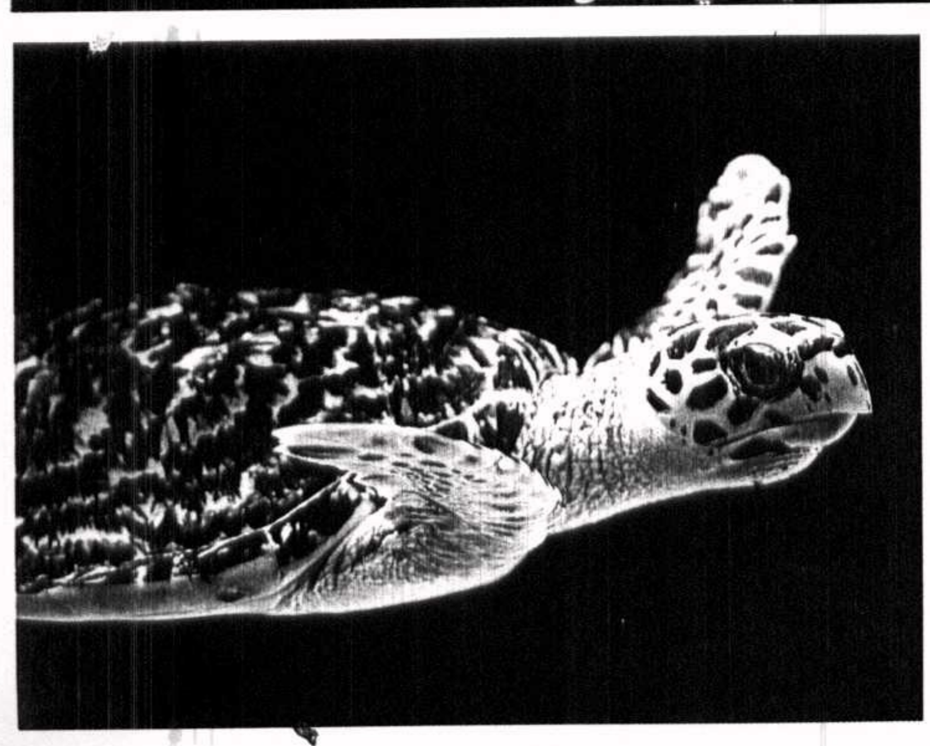
وكثير من الحيوانات الأكبر وهبها الله أسطحًا لإنفاذه حتى تقلل كمية الماء التي تدخل إلى أجسامها، وعلى سبيل المثال، فإن الأسماك مغطاة بقشور لا تسمح بنفاذ الماء، حتى إن جلد الإنسان هو نسبيًا ضد الماء، وهذا يعني أنه إذا جلست في المغطس وقتًا طويلاً، فإنه بفضل الله لن ينتفخ جسمك بالماء!



تعتمد الأميبا على تجويفها الانقباضي لتطرد الماء الزائد خارج جسمها، ويمكنك رؤية التجويف الدائري الأسود في منتصف جسم الأميبا.

المعيشة في الماء المالح

الحيوانات التي تعيش في الماء المالح لها خلايا تحوي سائلاً ذا ملحية أقل من الملحية في ماء البحر المحيط بها. ووفق عملية الأسموزية الطبيعية فإن الماء يميل إلى الخروج من خلاياها، وإذا ما خرج كثير من الماء من جسمها، فإنها تصاب بالجفاف وتدريجيًا ستموت، وتلك الحيوانات تواجه مشكلة أخرى تتصل بالمياه المالحة. ذلك أنها إذا شربت من ماء البحر، فإنها ستستهلك كثيرًا من الأملاح التي لا تكون أجسامها بحاجة إليها وتكون ذا أثر مدمر بالنسبة لها.



لدى السلحفاة البحرية غدة ملحية بالقرب من عينها هي التي تمكنها من طرد الملح الزائد في جسمها.



أسماك السلمون هذه تعود إلى النهر الذي ولدت فيه، وعند عودتها إلى ذلك المكان تتناسل وتكمل دورة حياتها.

كثير من الكائنات البحرية تعيش في البحر بتبادل تركيز ملحية السوائل في خلاياها بغية أن يكون تركيز الملح في جسمها مساويًا لتركيز الملح في الماء المحيط بها، وهذا يعني أنه لن يكون هناك فقد أو اكتساب للماء، وبعض المخلوقات البحرية تتخلص من الأملاح غير المرغوب فيها من جسامها وذلك بطردها منها عبر غدة تتكيف خصيصًا لتأدية هذه المهمة.

سمكة السلمون سمكة غير عادية، بمعنى أن صغارها تفقس من البيض الذي يضع في المياه العذبة، لكنها بعد أشهر قليلة تسبح باتجاه مجرى النهر خارجة إلى البحر، حيث يكتمل نموها وتكبر. وعندما تكون سمكة السلمون البالغة جاهزة للإنجاب (أي لتزاوج ووضع البيض)، فإنها تستطيع دائمًا أن تجد طريقها عائدة إلى ذات النهر الذي ولدت فيه، ويبدو أن أسماك السلمون لديها قدرة فائقة لتحديد موطن أنهارها التي نشأت فيها، وذلك بتقصي وجود المعادن والمواد الأخرى في مياهها، فهي تعود إلى مواطنها عاكسة اتجاه مياه البحر والنهر، وبهذا تكمل دورة حياتها، وأنواع كثيرة من السلمون تموت بعد أن تضع ويفقس بيضها، ولكن أسماكًا أخرى تعود إلى البحر وتكرر تلك العملية سنوات عدة، ولكي تكون قادرة على العيش في المياه العذبة والمالحة في مختلف مراحل حياتها، فإن الله قد وهب أسماك السلمون قدرة فائقة لتغيير كيميائية جسمها لتستطيع

! تستطيع سمكة السلمون أن تشم رائحة مياه نهر موطنها حتى لو خففت تلك المياه بنسبة واحد إلى عدة ملايين من الأجزاء في مياه أخرى.

استخدام المياه المالحة

يستطيع الناس شرب الماء العذب، لكنهم لا يقدرون على شرب الماء المالح، وإذا ما شربنا الماء المالح فإننا نصاب بالإعياء؛ لأن أجسامنا لا تستطيع التعامل مع الأملاح، في الأماكن التي تنقص فيها المياه العذبة، مثل الصحاري قرب خط الاستواء، فإن عمليات تحلية المياه توفر مصدرًا مهمًا للمياه العذبة، والتحلية هي عملية نزع فيها الملح من مياه البحر، ويمكن بعد ذلك استخدام المياه العذبة للشرب أو لري المحاصيل، في الماضي، كانت معظم محطات التحلية تعتمد على التقطير لفصل الملح، وكانت المياه المالحة توضع في إناء وتسخن حتى الغليان، كما كان بخار الماء يسحب ثم يبرد، وبسبب ذلك يتكثف بخار الماء سامحًا بتجميع المياه النقية، أما المواد التي تفسد نقاوة الماء، مثل الأملاح، فتبقى في الإناء. والمياه الناتجة من تلك العملية تكون أنقى حتى من المياه العذبة العادية. إلا أن هذه الطريقة كانت مكلفة إلى حد ما؛ لأنها تطلبت كميات



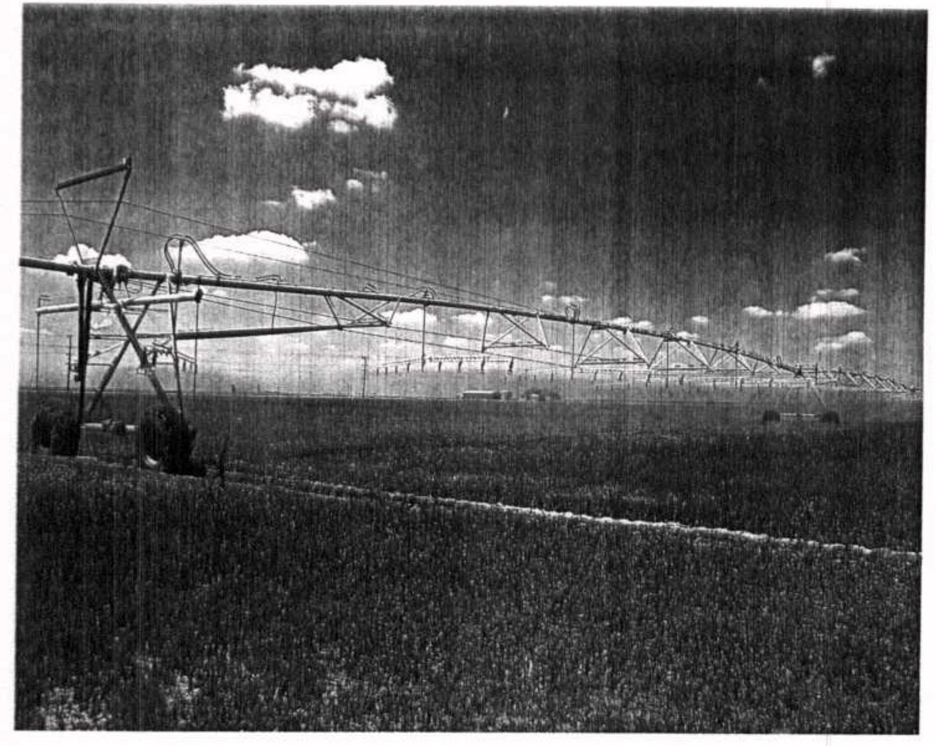
يمكن استخلاص الملح من المياه المالحة وذلك بأن نسمح بتبخير المياه في الشمس، بعد ذلك يمكن تجميع الملح المتخلف عن تلك العملية.

لماذا يقوم العلماء بتقطير الماء قبل استخدامه في التجارب المعملية؟

؟

كبيرة من الطاقة لغلي المياه، ولكن في سبعينيات القرن الماضي طورت عملية عرفت باسم التناضح العكسي، في هذه العملية، تم استخدام جدار خلوي صناعي بهدف عزل جزيئات الملح من الماء.

هناك أماكن قاحلة (جافة) كثيرة في العالم لا تحصل على حاجتها من مياه الأمطار لقيام الزراعات فيها، مثال ذلك منطقة الشرق الأوسط والبحر المتوسط والمناطق الجنوبية من الولايات المتحدة الأمريكية. على أي حال؛ يمكن في أغلب الأحوال توفير الحاجة من المياه الطبيعية عن طريق أساليب الري، ويشمل ذلك نقل المياه من الأماكن التي تتوافر فيها بكثرة عبر قنوات إلى أماكن تكون فيها الحاجة إلى الماء ضرورية، وكبديل، تحفر الآبار العميقة في بعض الأحيان لسحب المياه من النطاق المائي لأمتار تحت السطح (انظر صفحة ٢٢).



سيمتص النبات فقط ثلث الماء الذي يتم رشه (في شكل رذاذ) في أحد الحقول في كاليفورنيا.

يستخدم ثلاثة أرباع المياه العذبة تقريبًا في أعمال الري، على أي حال؛ يعد استخدام الري غير كفء للمياه، ذلك أن ثلث الماء المستخدم في الري يصل فعليًا إلى المحاصيل، والباقي إما أن يتسرب إلى باطن التربة، أو يصل إلى النطاق المائي في باطن الأرض أو ببساطة يتبخر في الشمس. يكتشف كثير من المزارعين في الولايات المتحدة وأستراليا أن الري المفرط يمكن أن يسبب مشاكل غير متوقعة. فإذا ما تم ري الأرض بكمية مفرطة من الماء، فإن الماء الزائد يتبخر بسرعة من السطح في المناخ الحار. ومع تبخر الماء من السطح فإنه يسحب مزيدًا من الماء من أسفل، وهذا الماء يحمل معه الأملاح إلى الطبقات العليا من التربة، تتراكم ترسبات الملح فوق بعضها ويمكن مشاهدتها تدريجيًا في شكل عروق مائلة للبياض على سطح التربة، وهذه العملية تسمى تملح التربة. بعد عدة سنوات يتدهور حال التربة بشكل كبير (أي تفسد التربة) لدرجة أنها تصبح غير صالح للزراعة.

تنتشر نظم الري في أنحاء العالم، ويوجد ما يقارب ٢٧٠ (مئتين وسبعين) مليون هكتار (الهكتار ١٠,٠٠٠م٢) - (المترجم) من الأرض المزروعة تروى يوميًا، وهذه المساحة تساوي مساحة الهند. واليوم يتأثر ثلث هذه المساحة بسبب ملوحة التربة، وحتى في الولايات المتحدة، حيث يتم التحكم في الري بعناية أكثر، فإن ما يقارب عشرين بالمئة من الأرض المزروعة تتأثر الآن بتلك المشكلة بدرجة ما. يدرس العلماء الآن مشكلة تملح الأرض بعناية، خصوصًا في أستراليا، حيث آلاف الهكتارات من الأرض قد تحولت إلى أراض بور بسبب ملوحة التربة.



تسببت زيادة كمية الملح في التربة في موت هذه الأشجار في أستراليا.

!

يقدر أن ٢٥-٣٠ مليون هكتار من الأراضي الزراعية التي تروى حاليًا قد تضررت بشكل خطير بسبب ملوحة الأرض لدرجة أنها لن تصلح ثانية للزراعة.

كثير من النباتات على اليابسة قد تموت بسبب تركيزات الملح، حتى لو كانت عشر ...يز الموجود في المياه المالحة، ومع ذلك فالنباتات التي تعيش في المستنقعات المالحة ...حاري المالحة يمكن أن تتحمل تركيزات الملح العالية. والمستنقع المالح ما هو إلا مجمع ...تاهة القنوات الطينية. وهي توجد عادة عند مصبات الأنهار بالقرب من الساحل. ...اتات التي تنمو في هذا الوسط المالح قد تحاط بالماء، لكن أغلب الماء مالح ومن ثم عديم الفائدة بالنسبة لتلك النباتات. قد يتوجب عليها أن تعيش لعدة أسابيع قبل أن ...ها المطر أو مياه الفيضان بماء عذب، وهذا يعني أن تلك النباتات عليها أن تكون قادرة اختزان الماء، وذلك مثل نباتات الصبار التي تعيش في الصحاري (انظر صفحة ٣٤).

يستطيع نبات خزامى البحر أن يعيش على حافة المستنقعات المالحة.



...من نباتات المستنقعات المالحة لها رائحة، وأوراق مكتظة مع ...سميكة شمعية لتقلل من فقدان الماء بالتبخر. وبعضها تحاط ...ه بغشاء يغطيها مما يمنع دخول الأملاح إليها. وبعض النباتات ...ى تتخلص من الأملاح بواسطة غدد موجودة على أوراقها.

الأرز هو محصول الحبوب الوحيد الذي ينمو فعليًا في الماء ...ب. تنقل شتلات نبات الأرز إلى حقول مغمورة بالمياه، تسمى ...اض، وتحفظ الحواجز الطينية الصغيرة التي يقيمها الفلاحون ...أثناء فترة زراعة المحصول، ويعكف الباحثون على دراسة تطوير ...ة الأرز على التعايش مع الملح حتى يمكن زراعته على أرض ...ها المياه المالحة بعد الفيضان، أو على مستنقع طبيعي مالح ...اذاة الشاطئ. وقد يصبح هذا الأمر مهمًا بصفة خاصة إذا ...رت موجة الاحتباس الحراري الكوني، وأحد تأثيرات الاحتباس ...اري يمكن أن تكون ارتفاع مستويات مياه البحر التي قد تغرق ...ضي المنخفضة عند فيضان البحر. ويكون مهمًا أن نُبقي على هذه الأراضي قادرة على ...جية، وذلك لزراعة محاصيل توفر الطعام للناس.

يزرع الأرز في أحواض المياه العذبة، في المستقبل سيتم زراعة بدائل أخرى عن الأرز في المياه المالحة.



- **التحلية:** هي نزع الملح من ماء ...بحر.
- **الانتشار:** هو حركة الجزيئات ...ن منطقة تكون فيها عالية التركيز إلى ...خرى يكون التركيز فيها أقل.
- **الري:** هو سقي المحاصيل بطرق ...ناعية.
- **الأسموزية (التناضح):** هي ...ركة الجزيئات من منطقة تكون فيها ...الية التركيز إلى أخرى يكون التركيز ...يها أقل عبر غشاء يسمح بنفاذية ...سوائل.

استخدام الماء في التبريد

نحتاج الكثير من طاقة التسخين لتحويل الماء من حالته السائلة إلى بخار ماء، وهذه الحقيقة الفيزيائية استغلت بشكل واسع في نظم التبريد، فالمحركات مثلاً: تولد كمية زائدة من الطاقة الساخنة، ولنمنع زيادة سخونة المحرك، فإنه يجب إزالة هذه السخونة بالتبريد، والماء واحد من أكثر أشكال سوائل التبريد شيوعًا، لأنه متوافر بكثرة ويستهلك كمية هائلة من طاقة التسخين حتى يتبخر.

التبريد الطبيعي

يوجد في جسم الإنسان البالغ ما يقارب خمسة ملايين غدة عرقية. وفي أحد الأيام الحارة، يستطيع جسم الإنسان أن يفقد ما يزيد على ليترين من العرق.

يمكن التفكير في الجسم البشري على أنه محرك، فالطعام الذي نأكله يُهضم ويُمتص في داخل أجسامنا، ولحظة وصوله إلى الخلية، فإن الطاقة الكيميائية قد تنطلق من الغذاء، ويمكن استخدامها في عمليات تحدث في الخلية، هذه العملية تسمى عملية التنفس. على أي حال؛ فإن قدرًا كبيرًا من طاقة السخونة ينطلق أيضًا، وفي معظم الوقت يساعد هذا في بقاء أجسامنا في درجة الحرارة العادية وهي ٣٧°م، لكن إذا قمنا بتمرين عنيف، أو إذا تواجدنا في بيئة حارة، فإن السخونة الزائدة يجب أن يتم التخلص منها، وإلا فإن الجسم ستزيد سخونته. والجسم يستخدم الماء لمساعدته في أن يبقى باردًا عن طريق إفراز العرق، فالجلد يحتوي على ملايين الغدد العرقية الدقيقة التي تفرز الماء مع قليل اليوريا (انظر صفحة ٤١) وبعض الأملاح الذائبة فيه. ويتحرك هذا السائل في أنبوب منطلقًا من الغدة العرقية، التي تقع فعليًا في مكان غائر قليلاً في الجلد، إلى سطح الجلد. وبينما يستقر العرق على السطح، يقوم الماء بامتصاص طاقة السخونة من الجلد ويبخرها، وبذلك يتم تبريد الجلد.

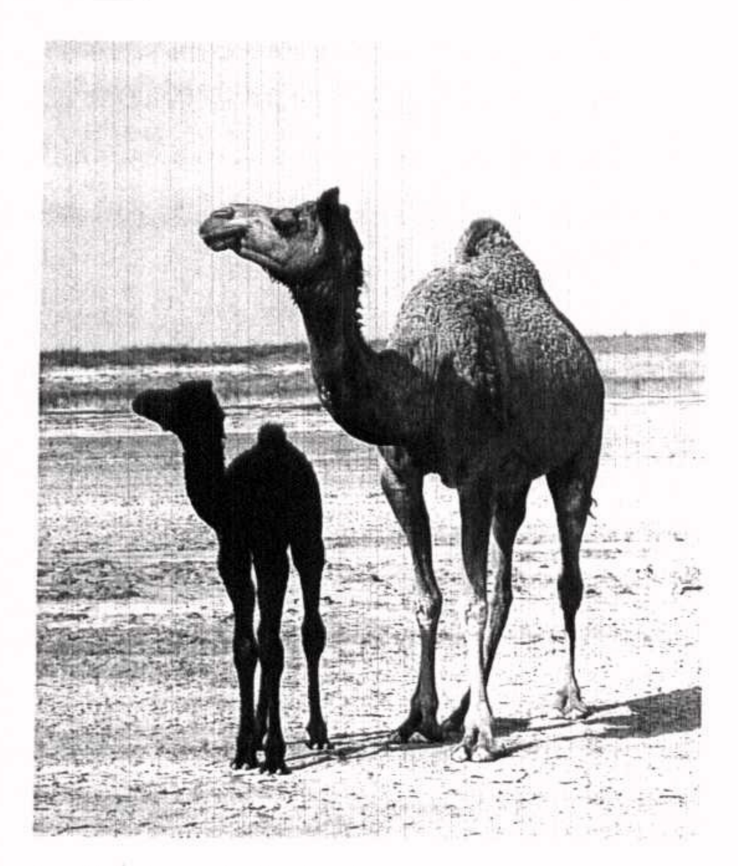


في بعض الأحيان، يكون من الصعب أن يتبخر العرق، مثلاً: في مناخ حار ورطب، يبقى العرق على سطح الجلد ولا يتبخر؛ وذلك لأن الماء في ذلك الحين قد حوى كثيرًا من بخار الماء لدرجة يصبح معها تبخر مزيد من الماء أمرًا غير وارد. وبدلاً من ذلك، يظل العرق على الجلد ما يجعل الإنسان يشعر وكأنه لَزِجٌ وغير مرتاح. إلا أنه، في مناخ حار وجاف فإن الهواء يحوي قليلاً من بخار الماء؛ ولذا فإن أي كمية من العرق تتبخر بسرعة، مما يجعلنا نشعر ببرودة أجسامنا. كما أننا نحس بنفس الشعور في الأيام التي تنشط فيها الرياح، فالريح يدفع بخار الماء الذي على الجلد بعيدًا، ويستبدله بهواء جاف قادر على امتصاص مزيد من نداوة الجسم.

قليل جدًا من الثدييات قادرة على إفراز العرق، فأغلب الثدييات حباها الله طرقًا أخرى للحفاظ على جسمها باردًا في الأجواء الحارة. فالكانجارو لديه شبكة من الأنابيب الشعرية القريبة جدًا من سطح الجلد بمحاذاة الساعد. ويقوم الكانجارو بلعق الغراء الموجود فوق هذه المنطقة من الجلد، ومن ثم يبرد الدم بمجرد تبخر اللعاب.

حينما يعرق الرياع ف
جسمه يبرد طبيعيًا. ل
أخذ حمام ماء بارد سو
يساعد في تبريد الجـ
أيضًا!

يقوم الكانجارو بتبر
جسمه وذلك بلعق ساعـ



أما الكلاب فإنها تخرج لسانها وتلهث، وهذه الأنفاس السريعة الضحلة تأتي بالهواء الجاف والبارد معًا إلى داخل الجسم وتسمح بتبخر كثير من الماء من اللسان وبقعة الفم، وبذا يتم تبريد الدم، والقطط تلعق أجسادها بغية أن تنشر طبقة رقيقة من اللعاب على فرائها، وعند تبخر اللعاب، فإن جسمها يبرد.

تعيش الجمال في المناطق الصحراوية حيث تقل إمدادات الماء، وهي لا تقدر على رفاهية فقد الماء بطريق العرق، مع ذلك تظل الجمال بحاجة إلى وسيلة لتبقى أجسامها باردة، وبينما تستطيع معظم الثدييات أن تحافظ على حرارة أجسامها في حدود مجال ضيق جدًا طيلة الليل والنهار (ففي جسم الإنسان هي كسور "شُرطٌ" بسيطة فوق أو أسفل درجة ٣٧°م). فإن الجمال تسمح لدرجة حرارة أجسامها بالتقلب، ففي حرارة النهار تسمح لدرجة حرارة أجسامها أن ترتفع، ومع نهاية النهار قد تصل درجة حرارة أجسامها ما يماثل ٦°م أعلى مما كانت عليه في الصباح، وفي الليل؛ فإن الصحارى أماكن باردة جدًا حيث تقل السحب التي تحفظ السخونة، ولهذا فإنه مع انخفاض درجة الحرارة ليلاً، تعود درجة حرارة جسم الجمل إلى أقل معدلاتها، وقد قدر أنه بالسماح لدرجة حرارة الجسم أن ترتفع وتنخفض بشكل طبيعي فإن الجمل لولا هذه الطريقة ما استطاع أن يوفر ما يقارب الستة ليترات من الماء التي كان من الممكن فقدها بالتعرق. ثمة تكيف آخر منحه الله لجسم الجمل لحفظ مزيد من الماء، ذلك أنه يطرد كميات قليلة ومركزة من البول.

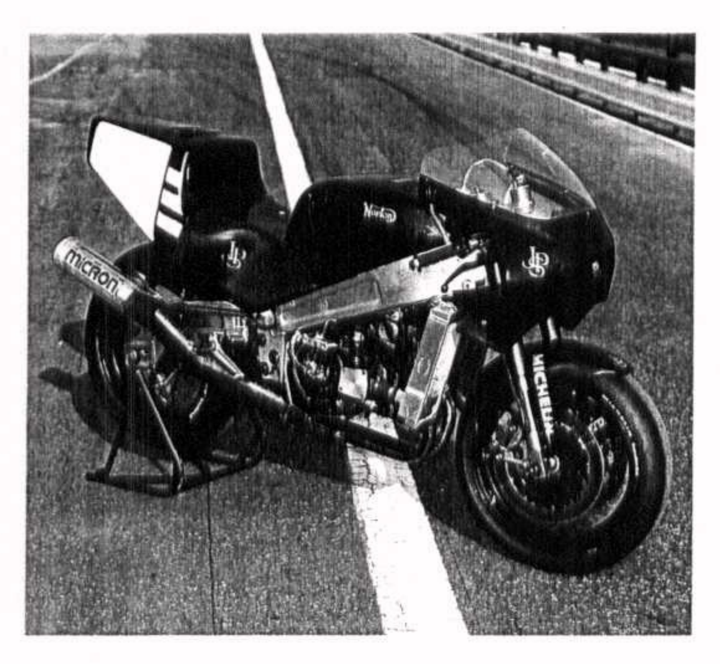
الجمال تحتفظ بالماء في جسمها لأنها لا تعرق أبدًا.



لماذا تشعر أنك أقل ارتياحًا في يوم بلا رياح ورطب من يوم حار تنشط فيه الرياح؟

محركات التبريد ومحطات القوى

يستخدم الماء كمُبرد في محرك السيارات، حيث يتم ضخ الماء البارد حول إسطوانات (بسطونات) المحرك حيث يحترق الوقود، مزيلاً السخونة الزائدة، ومن هناك يتم دفع الماء إلى جهاز تبريد الماء (الرادياتير) حيث يتم التخلص من طاقة السخونة في الهواء، ويقال: إن رادياتير السيارة هو شكل من أشكال التبادل الحراري الساخن، فالماء الحار في أنابيب الرادياتير تلامس هواءً أكثر برودة يأتي من خارجه، وعليه فإن طاقة السخونة تنتقل إلى الهواء، ولهذا فإن الماء الذي في الرادياتير يكون أكثر برودة من الدرجة التي دخل فيها إلى الرادياتير. وعندما تتحرك السيارة؛ يدفع الهواء دفعًا إلى الرادياتير، على أي حال؛ يمكن أن تزداد سخونة السيارة وهي واقفة في مكانها أو وهي تتحرك بسرعة منخفضة جدًا، ولهذا زودت المحركات بمروحة لتدفع الهواء إلى الرادياتير إذا ما توقفت السيارة في مكانها، بينما المحرك يدور، وعندها فإن الماء البارد الآتي من الرادياتير يعاود الدوران حول الإسطوانات، كما أن بعضًا من الماء الساخن قد يمر عبر مبادل حراري أصغر من خلاله يمكن استخدام الهواء الساخن في تدفئة مكان الركاب بالسيارة وقت الشتاء، أما في الأجواء الباردة فإن سائلاً يتم صبه في جهاز التبريد ليمنع تجمد الماء، وكذا تصدع أنابيب الرادياتير (انظر صفحة ١١).



يتم تبريد المحرك في الدراجة النارية التي في الصورة من نوع نورتون بوساطة إسطوانات مملوءة بالماء الذي يدور حول أجزاء الماكينة التي ترتفع درجة حرارتها.

يستخدم الماء كمبرد في محطات القوى بشكل دائم. ومعظم محطات القوى تبنى بجوار نهر أو بمحاذاة البحر حيث يتم ضخ كميات من المياه منهما بسهولة وبتكلفة قليلة. فمحطة القوى التي تعمل بالفحم الحجري تحرق الفحم داخل فرن، والسخونة الناتجة تستخدم لتحويل الماء إلى بخار عالي الضغط. هذا البخار يدير محركات ضخمة، تسمى توربينات البخار، التي توصل حركيًا بمغناطيسات كهربية تسمى دوّارات، هذه الدّوارات تدور داخل ملف نحاسي سلكي ثابت مولدة الكهرباء. والعملية بكاملها تشمل شكلين من أشكال تحويل الطاقة. إن طاقة السخونة في البخار تحول إلى طاقة حركية في التوربينات الدوّارة والدوّارات، وعندها تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربية.

ورغم أن البخار يكون أبرد عندما يغادر التوربين، فهو ليس باردًا بقدر يكفي لأن يتكثف مرة ثانية ليصبح ماءً. ولتخفيض درجة حرارته وجعله يعود إلى حالته السائلة فإن البخار يمر على أبراج تبريد ضخمة حيث يلامس أنابيبَ تحوي ماءً باردًا من

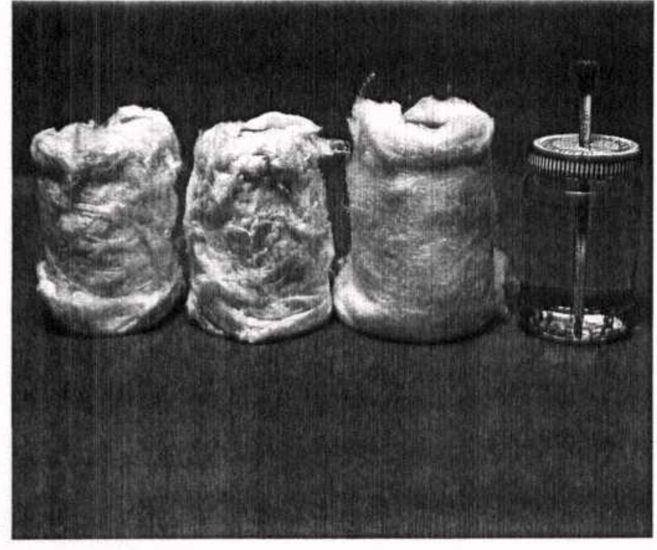
تجربة

في هذه التجربة سوف تتحقق من تأثير التبخر على معدل تبريد الماء، ستحتاج إلى أربعة برطمانات مربى فارغة مع أغطيتها، مفك، ترمومتر، بعض القطن الطبي، إناءين صغيرين، وبعض الماء الدافئ وماء بارد من الصنبور.

١- اصنع فتحة في أغطية البرطمانات الأربعة باستخدام المفك، على أن تكون الفتحة كبيرة بقدر يسمح بمرور الترموتر.

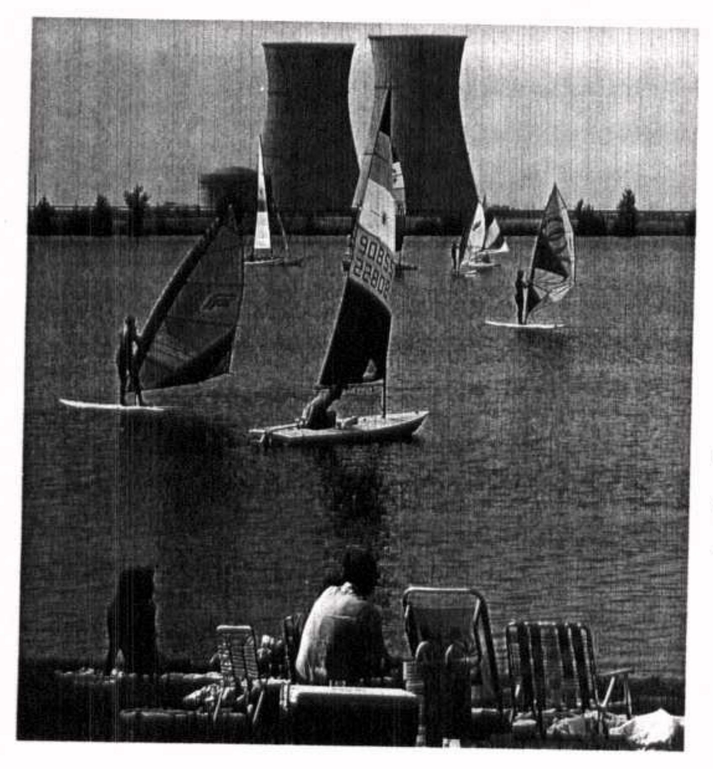
٢- املأ البرطمانات الأربعة بماء الصنبور ثم ضع الأغطية عليها، دَوِّن درجة حرارة الماء.

٣- اغمس بعضًا من القطن الطبي في ماء الصنبور الدافئ مدة دقيقتين، وفي نفس الوقت اغمس قليلاً من القطن في ماء الصنبور البارد.



٤- المرحلة التالية لابد من أن تنفذ بسرعة حيث إن التجربة ستبدأ فور وضع القطن الطبي في مكانه، لُف أحد البرطمانات بالقطن الجاف، ثم لُف الثاني بالقطن الذي نُقع في الماء الدافئ ولُف الثالث بالقطن الذي نُقِع في الماء البارد. لا تضع أي قطن حول البرطمان الرابع ذلك أن هذا البرطمان سيكون حكمًا على التجربة، وهنا يجب أن تقارن جميع نتائجك به.

٥- سجل قراءات درجة الحرارة كل بضع دقائق لقرابة عشرين دقيقة، أيّ برطمان بَرُدَ أسرع من غيره؟ سل نفسك كيف يمكنك تطوير هذه التجربة؟



النهر أو البحر. وبذا يبرد البخار وبعد ذلك يتكثف. وعندئذٍ يعاد إلى الفرن، ماء البحر أو النهر الموجود في الأنابيب، حيث هو أدنى بدرجات قليلة، سيضخ عائدًا ثانية من حيث أتى، في بعض الأماكن، تكون المياه الخارجة من محطة القوى ساخنة لدرجة تكفي لإبقاء المياه القريبة دون درجة التجمد طوال فصل الشتاء، فمثلاً؛ في شمال كندا، نرى أن الطيور تنجذب إلى البحيرات التي لا تتجمد الواقعة بالقرب من محطات القوى حيث إنها توفر لها فرصة الحصول على الغذاء طوال الشتاء.

وفي بعض محطات القوى، حيث توجد مصانع ومبانٍ؛ فإن المياه الدافئة التي لا يُستفاد منها لا تصب في النهر، لكنها تستخدم كمصدر رخيص للطاقة الساخنة، يتم تدفئة المباني به أثناء الشتاء، وهذا يجعل محطة القوى أكثر كفاءة.

تستخدم المياه الدافئة التي تخرج من محطة القوى التي تعمل بالوقود النووي في توفير كمية من الماء سمحت بإنشاء هذه البحيرة الترفيهية.

استخدام الماء لتخزين الطاقة الحرارية



لماذا تحتاج محطة القوى التي تعمل بالفحم إلى كمية وافرة من الماء؟

وجود حوض مائي كبير سوف يستوعب طاقة السخونة ببطء إلى حد ما، كما أنه سيتخلص أيضًا من طاقة السخونة ببطء؛ ولذا فهو يستغرق وقتًا كبيرًا كي يبرد (انظر صفحة ٩). وهناك استخدامات كثيرة لقدرة الماء على الاحتفاظ بالسخونة العالية، ومنذ العصور الأولى، استخدمت المياه في حفظ المنازل باردة في الصيف. فمثلاً؛ كان الناس يأخذون قوالب الثلج المتجمد من البحيرات ويضعونها تحت المنشار، الذي يقوم بدوره بتفتيت الثلج وتحويله إلى جزيئات صغيرة تحفظ الطعام من التلف في شهور الصيف، أما الآن وقد أصبحت طرق إنتاج الطاقة أكثر كلفة مما كانت عليه، فقد تم تطوير العديد من مشاريع التسخين والتبريد المحدودة النطاق حول العالم.

ويسعى العلماء لتطوير طرائق لتخزين الطاقة الحرارية في أيام الصيف المشمسة واستخدامها للتدفئة في الشتاء، ففي الولايات المتحدة الأمريكية، تقوم حاليًا جامعة ماساتشوستس في أمهرست ببناء محطة تسخين مركزية تعمل بالطاقة الشمسية صممت لتجميع الطاقة الحرارية الناتجة من الشمس ثم تخزينها في باطن الأرض لاستخدامها لاحقًا أثناء العام. في أثناء أشهر الصيف، تقوم مجمعات الحرارة الموجهة جنوبًا بامتصاص طاقة السخونة ومن ثم تحويلها، بواسطة مبادل لطاقة السخونة، إلى خليط من الماء والكحول (والكحول هنا يعمل كمانع للتجمد- انظر صفحة (١١). ثم يتم ضخ خليط الماء والكحول عبر آلاف الأنابيب البلاستيكية الغائرة في الأرض، مطلقة الطاقة الحرارية التي تدفئ التربة الطينية، وفي منتصف الصيف يصل الطين إلى درجة حرارة ٥٠°م أو أكثر. في أثناء ذلك تتسرب بعض الطاقة الحرارية إلى خزان ماء احتياطي ليوفر الماء الحار أثناء الليل عندما تكون مجمعات الطاقة الشمسية معطلة لغياب الشمس، أما في أشهر الشتاء الباردة، فإن المياه الباردة التي تسري في الأنابيب المدفونة سوف تمتص الطاقة الحرارية المختزنة الموجودة في الطين. ومن ثم يتم دفع المياه الدافئة في الأنابيب الموجودة في مباني الجامعة لتبقي عليها دافئة أثناء الشتاء.

كلمات أساسية

- **التبخر:** هو تغير من الحالة السائلة إلى الغازية.
- **التعرق:** هو تبخر العرق من سطح الجلد.

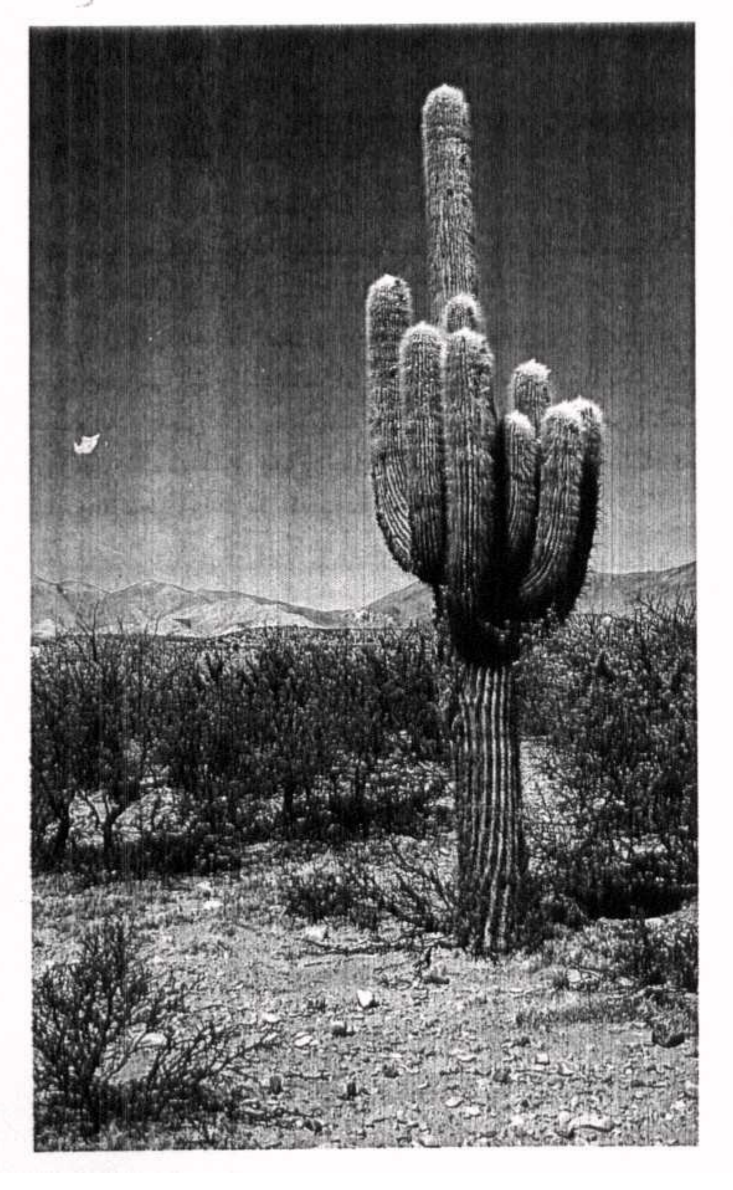
في المتوسط: فإن حوالي ٧٣٪ من المياه العذبة في العالم تستخدم في ري المحاصيل، و٢٢٪ تستخدم في الصناعة و ٥٪ فقط تستخدم للأغراض المنزلية.

تخزين المياه وحفظها

تُعد المياه مصدرًا نادرًا في كثير من أجزاء العالم، والصحارى هي أماكن تتوافر فيها كمية قليلة جدًا من الماء على مدار العام تقريبًا، وعندما تمطر أخيرًا فإن المطر ينهمر دفعة واحدة بكميات وافرة مسببًا الفيضانات في أغلب الأحوال، هناك مناطق مناخية أخرى من العالم فيها مواسم ممطرة ومواسم جافة، وفي تلك الأماكن، يجب استخدام المياه بعناية كما يجب تخزينها لتستخدم في مواسم الجفاف.

التكيف مع الصحراء

النباتات الصحراوية قادرة على الحياة مدة أشهر، وأحيانًا مدة سنوات، دون الحصول على أي كمية من الماء. والنباتات التي تظهر تكيفًا لحفظ وتخزين المياه تسمى نباتات صحراوية، ونباتات الصبار والريان من أكثر الأمثلة شيوعًا، لتلك النباتات أوراق صغيرة؛ ولذا فإن الماء الذي يتبخر من أسطحها قليل وفي بعض الأحيان، فإن الورقة تختزل إلى شوكة، أما الأوراق نفسها فتغطى عادة بطبقة أو بقشرة سميكة وشمعية لتقلل فقد الماء (انظر ص١٩)، فكثير من أنواع الصبار مغطاة بطبقة من الشعر الأبيض، واللون الأبيض يعكس السخونة فيبعدها عن النبات، بينما الشعر يقتنص طبقة رقيقة من الهواء حول النبات، تجعل من الصعب على الماء أن يتبخر. بعض النباتات، مثل أشجار التين العملاقة، وهبها الله جذورًا عميقة بشكل لا يصدقه عقل كي تصل إلى النطاق المائي على بعد أمتار في باطن الأرض. وهناك نباتات أخرى لها مجموعة جذرية ضحلة إلا أنها واسعة، وقد خلقها الله هكذا، بغرض، أنه عندما يسقط المطر، فإن الجذور تستطيع امتصاص الماء من أكبر مساحة ممكنة قدر المستطاع. وكثير من نباتات الصبار تأخذ شكل البرميل بغرض إمكانية تخزين السائل في الساق، وفي أغلب الأحيان يكون هذا السائل حامضيَ المذاق، لكنَّ نوعًا أو نوعين من الصبار يحتويان على ماء حلو وعذب يمكن أن يشربها الإنسان.

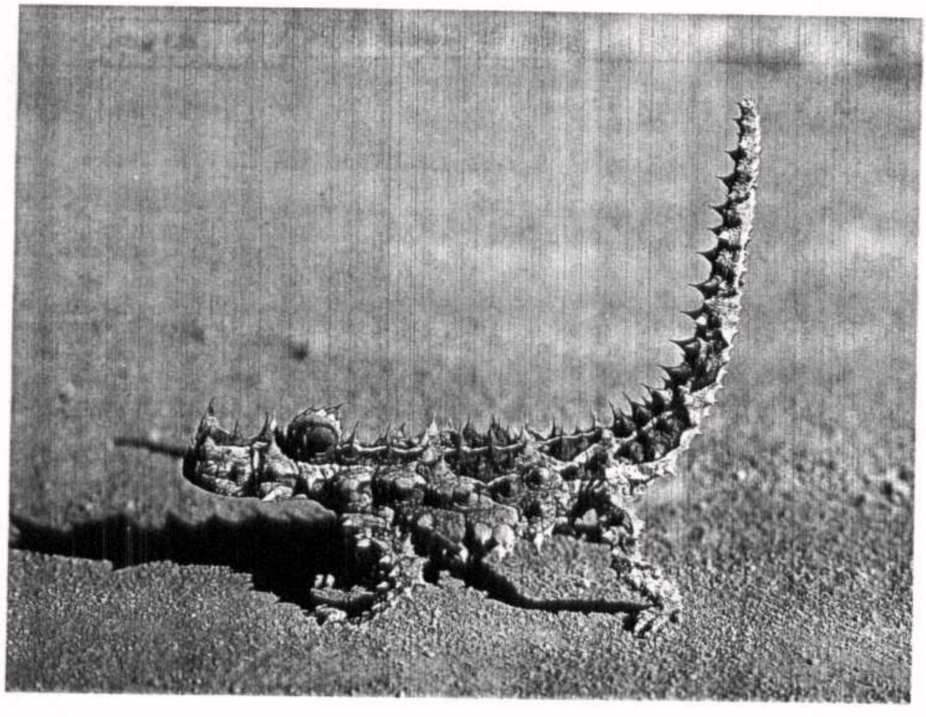


ينمو الصبار الشمعداني الشُعبي في صحارى جنوب أمريكا.

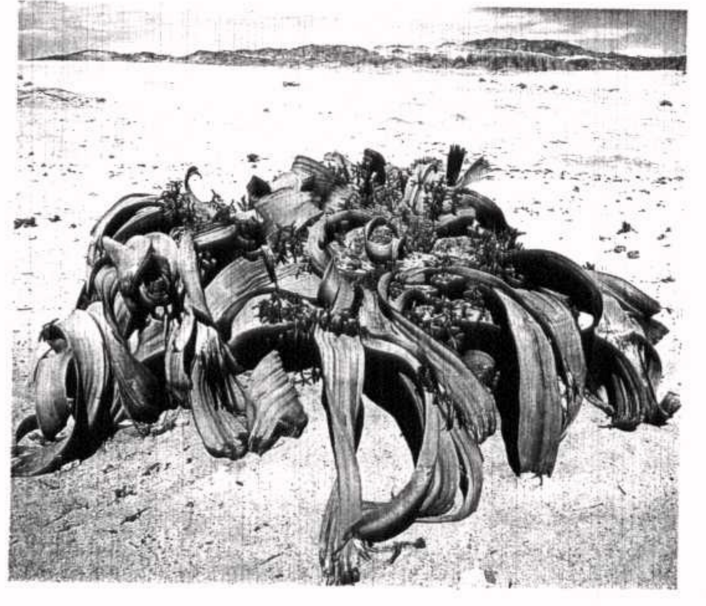
الصبار والريان ليسا هما فقط النباتين اللذين يعيشان في الصحراء. فالنباتات الحولية (أي التي تعيش لسنة واحدة فقط) موجودة هناك، وفي بعض الأحيان تعيش مدة أسابيع فقط، وهي مدة طويلة بقدر كاف لإنتاج بذورها قبل أن تموت، فمعالم الأرض في الصحراء تتحول عقب سقوط المطر، ذلك أن النباتات الحولية عليها أن تكمل دورة حياتها سريعًا جدًا، فبمجرد أن يسقط المطر، تنبت البذور وفي خلال أسابيع قليلة تزهر وتنتج البذور.

وهذه البذور قد تظل ساكنة في الأرض لسنوات عدة حتى ينزل المطر ثانية، ثم تثمر من جديد.

والحيـوانات أيضًا تحتـاج إلى الماء لتعيش، ولهذا فإن من يعيش منها في الصحراء يجب أن يتكيف بشكل خاص لحفظ الماء، فالجمل يختزن الماء بطرق منها أنه لا يفرز عرقًا وأنه يسمح لجسمه بارتفاع درجة حرارته (انظر ص٣١). ففئران الكانجرو لا تحتاج إلى شرب الماء إطلاقًا حيث إنها تحصل على الماء الذي تحتاجه من الطعام الذي تتناوله، فينطلق الماء عند تمثيل أو تكسير الطعام داخل كل خلية. هذا الماء المسمى بالماء الأيضي، فقط يكفي لأن يجعل فأر الكانجرو قادرًا على أن يعيش. كما أن وحوش الصحراء الضارية، مثل الفنك (الثعلب الأفريقي الصغير) وابن آوى، تحصل على ما تحتاجه من الماء من أجساد الحيوانات التي تفترسها وتأكلها.



هذا النبات الشوكي البري يعيش في صحارى وسط أستراليا، وهو يختزن الماء في النتوءات المنتفخة الموجودة على جسمه.



يُعد نبات ولويتشيا نباتًا صحراويًا كبيرًا بشكل غير عادي، يستطيع أن يعيش على كميات قليلة من الماء مئات السنين.

وصحراء ناميبيا في غرب جنوبي إفريقيا تختلف عن بقية الصحارى. فبالرغم من أنها نادرة الأمطار، فإن الصحاري قريبة من الساحل، كما أنها تغطى في بعض الأحيان بالضباب. وفي ليالي عديدة من السنة يتحرك الضباب فوق الصحراء، وإبان ذلك، تتكثف نقاط دقيقة من الماء بفعل الهواء البارد وتسقط إلى الأرض. وكثير من الحيوانات والنباتات حباها الله أنماطًا سلوكية لتستفيد من هذا المصدر المائي. فالخنافس السوداء، ذات الأرجل الطويلة جدًا تجهد نفسها في تسلق قمم الكثبان الرملية ثم تصطف لتواجه الساحل، حيث تقوم الخنفساء برفع بطنها إلى أعلى بينما يمر الضباب من حول جسمها، فتتكثف قطرات الماء وتتدحرج إلى فمها المفتوح، وصحراء ناميبيا، أيضًا، موطن لنبات غير عادي يسمى ولويتشيا. وهو لا يشبه نبات الصحراء التقليدي، لأنه بدلاً من أن يكون له أوراق صغيرة، فإن ولويتشيا لها أوراق كبيرة، وكل منها يصل إلى عدة أمتار. وتنتشر تحت السطح العلوي للورقة أنسجة ماصة، وهذه الأنسجة خلقها الله خصيصًا لتمتص أي ندى أو بلل مائي يتكثف على السطح العلوي.



روث الجمل جاف لدرجة أنه يمكن استخدامه كوقود تقريبًا بمجرد أن يلامس الأرض.

؟

هل تستطيع أن تفكر في خمس طرق يستطيع من خلالها نبات الصبار أن يتكيف مع الحياة في الصحراء؟

تجـربة

استخراج الماء من الأرض

في هذه التجربة ستحصل على الماء العذب من الأرض، وهذه التجربة توضح طريقة يمكن استخدامها للحصول على الماء، فأنت بالصحراء، ستحتاج إلى مسحاة وإناء صغير. تجمع فيه الماء، قطعة من الغطاء البلاستيكي، مسطرة وبعض الأحجار الجافة، يجب أن تنفذ هذه التجربة في يوم مشمس.

١- اصنع حفرة في الأرض بعمق الإناء أربع مرات تقريبًا، والحفرة يجب أن تكون جوانبها منحدرة ومنسابة إلى الداخل. ضع الإناء في قاع الحفرة.

٢- قم بفرد الغطاء البلاستيكي على الحفرة وثبتها في مكانها بوضع الحجارة على الحواف. ضع حجرًا كبيرًا وسط الغطاء البلاستيكي، بالضبط فوق الإناء، واسمح للغطاء أن يسقط قليلاً قليلاً إلى قاع الحفرة.

٣- اترك الإناء مدة ساعة ثم افحصه. قس مقدار الماء الذي تجمع لديك. انظر ثانية بعد مرور ساعة أخرى واستمر في ذلك طوال اليوم.

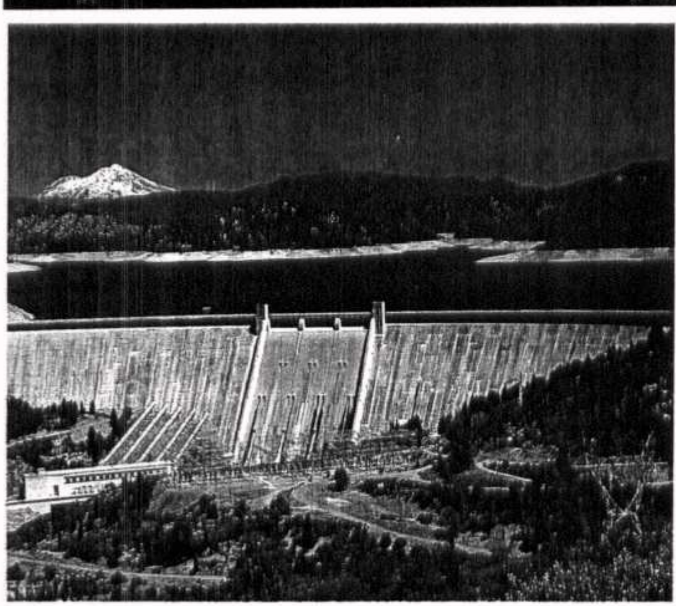


يلاحظ أن كمية الماء المتجمع تزداد مع تقدم ساعات النهار، فسخونة الشمس جعلت بخار الماء يتكثف داخل الغطاء البلاستيكي. وعندئذ ينساب الماء تجاه النقطة الأعمق في القاع، ومنها يتقطر الماء في الإناء.

هذه تجربة بسيطة يمكن تطويرها. والآن كيف يمكنك عمل تجربة للتحقق من تأثير عمق الحفرة أو لون الغطاء البلاستيكي على كمية الماء المتجمع؟

تخزين الماء

من أجل توفير الماء على مدار العام طور المهندسون طرائق لتجميع المياه ومن ثم استخدامها مستقبلاً. والطريقة الشائعة لتخزين الماء هي إقامة حواجز تحفظ الماء خلفها، وهذه بدورها تمثل بحيرة كبيرة، وهي عادة ما تنشأ عند إقامة السدود على الأنهار، وهي التي تمنع انسياب الماء إلى قيعان الوديان، وبعد هطول الأمطار يلاحظ ارتفاع منسوب الماء في تلك الخزانات حتى يصل تقريبًا إلى قمة السد. وبهذا يمكن استخدام الماء في أي وقت، وغالبًا ما يتم ضخه في قناة أو خط أنابيب حيث ينقل إلى المدن المحلية أو إلى الأراضي الزراعية حيث يجب استخدام الماء. وقد أقيمت سدود كثيرة على نهر كلورادو بالولايات المتحدة، وتستخدم المياه لري الأراضي التي لولاها لأصابها الجفاف ولأصبحت زراعتها أمرًا مستحيلاً (انظر صفحة ٢٨)، وكذا توفر تلك المياه مصدرًا لمياه الشرب لمدن مثل فينيكس. كما أن وادي جلين الضيق وسدود هوفر وضعت عليها توربينات في قاع السد وهي تدور بفعل الماء الذي يسقط عليها وطاقة الحركة الناتجة من



تكون مخزون مائي كبير خلف سد شاستا في كليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية. وهذا السد لا يُخزن الماء فقط، لكنه أيضًا يولد الكهرباء حينما تنساب المياه خلفه.



هل تستطيع التفكير في بعض من مضار خزانات المياه؟



أغرقت الفيضانات آلاف الهكتارات من الغابات الاستوائية عندما أقيم سد كينير في الملايو، وما يزال بالإمكان مشاهدة الأشجار الميتة على حواف المياه.

سقوط الماء تتحول إلى طاقة كهربية، تستهلكها المدن الصغيرة القريبة، بما فيها لاس فجاس، والكهرباء المولدة بهذه الطريقة تسمى قوة كهرومائية ولا يتحتم أن يكون السد ضخمًا ليولد القوة الكهرومائية.

فحتى السدود الصغيرة إلى حد ما المقامة على أنهار صغيرة في أقصى الجبال تستطيع إن تولد قوة كافية للاستخدامً المحلي. على أي حال؛ هناك مشاكل متعلقة ببناء السدود، فحيث أن فيضان النهر قد مُنع؛ فإن الرواسب لا يمكن التخلص منها من الآن فصاعدًا بفعل جريان الماء، ومن ثم تترسب في الأراضي الزراعية، وبهذا تكون الفائدة من هذا السماد الطبيعي قد ضاعت، وحيث إن مياهًا أقل تجري في طول النهر، فإن إكولوجيا النهر (العلاقة بين النهر والكائنات الحية التي تعيش فيه) (المترجم)، الموجودة عند بدء اندفاع الماء من السد تتأثر أيضًا. فعند أعلى السد نرى أن الخزان سوف يفيض على عدد من هكتارات الأراضي مدمرًا بذلك جزءًا كبيرًا من الموطن الطبيعي في وادي النهر، كما أن بعض السدود التي أقيمت في الدول الاستوائية قد أغرقت أصقاعًا شاسعة من الغابات البكر التي تنمو على مياه الأمطار.

خزان المياه خلف سد شلالات أوينفر في أوغندا يختزن كمية مذهلة من الماء تصل إلى ٢٠٤ بليون متر مكعب.

بُني سد أسوان على نهر النيل في ستينيات القرن الماضي، وقد أنشئ ليحافظ على انسياب المياه في نهر النيل عند مستوى ثابت طوال العام وليمنع الفيضان، ولسوء الحظ؛ اعتادت الفيضانات السنوية أن تأتي بكثير من الطمي الذي كان يترسب على الأراضي الزراعية على ضفتي النيل عند أعالي صعيد مصر، وهذا ما جعل الأرض خصبة، والآن على الفلاحين أن يسمدوا أراضيهم لأن النهر لم يعد يفيض أبدًا. وبدلاً من ذلك فإن الطمي الذي يحمله الماء بدأ يتجمع في البحيرة التي خلف السد، ومشكلة أخرى وهي تناقص كمية المياه التي تأتي للنيل من المرتفعات إلى جنوب مصر، كما أن مستوى الماء في البحيرة قد نقص عشرين مترًا، مهددًا توليد الطاقة الكهرومائية.

ثبتت جدوى إنشاء نوع جديد من السدود في المناطق الصحراوية، وهي المسماة بالسدود تحت الأرضية، وحيث إنه يتم تخزين الماء تحت سطح الأرض فإن كمية المياه التي تضيع بفعل التبخر ستقل كثيرًا.

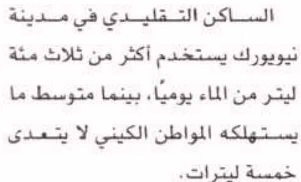
كلمات أساسية

- **التكيف:** هو تغيرٌ استجابة لظروف البيئة.
- **خزان المياه:** هو مخزون كبير من الماء يتكون غالبًا بإقامة سدود على الأنهار.
- **الجافوف:** هو نبات صحراوي تكيف ليعيش في ظروف بيئة جافة.

تنقية الماء



كثير من البحيرات والأنهار في الدول الصناعية أصابها تلوث شديد من المخلفات الصناعية والمحلية.



الساكن التقليدي في مدينة نيويورك يستخدم أكثر من ثلاث مئة ليتر من الماء يوميًا، بينما متوسط ما يستهلكه المواطن الكيني لا يتعدى خمسة ليترات.

من الضروري أن يتوافر لنا إمدادات من المياه النظيفة العذبة للشرب، فالمياه المستخدمة من الآبار تحت الأرضية أو الخزانات أو الأنهار ليست نظيفة تمامًا، ذلك أنها تحوي كائنات حية كثيرة بما فيها البكتريا، صحيح أن أغلب هذه البكتريا ليست ضارة، لكن بعضها يمكن أن يسبب أمراضًا خطيرة مثل: الكوليرا، والدوسنتاريا والتيفوئيد. كما أن هناك أيضًا غازات مذابة، مثل: الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، وهي تحوي معادن مثل: الكالسيوم والماغنيسيوم التي تأتي من الصخور التي تمر عليها المياه (انظر صفحة ١٢). والأجزاء الصلبة من الرمل، والطمي والطين والصخور الرملية تحملها المياه وتظل عالقة فيها (أي يختلط السائل بجزيئات صغيرة صلبة). كما أنّ المواد العضوية ستكون موجودة أيضًا من مخلفات الأغصان والأوراق أو حتى الحيوانات الميتة، وقد يحوي الماء أيضًا كيماويات مذابة مثل النيترات والفوسفات والكبريت. وهذه العناصر أكثر انتشارًا هذه الأيام؛ لأنها تستخدم بكثافة في رش المحاصيل وتسميد الأراضي الزراعية. وقد يتم الدفع بهذه العناصر إلى الماء في شكل مخلفات أو فضلات آدمية. وفي حالات حادة بعينها قد تلوث المياه بشكل خطير بمثل تلك المخلفات الصناعية والآدمية. وبسبب هذا المدى الواسع من الملوثات، فإن المياه العامة يجب أن تنقى قبل أن تكون المياه صالحة للشرب، وفي بعض الدول يتم تنفيذ هذا في محطات معالجة مياه خاصة، على أي حال يجب أن نقدر أنه يندر توفير مصدر للمياه العذبة للناس في الدول المتقدمة.

الماء ومعالجة مياه المجاري

يُلقي كل بيت في دول العالم المتقدم كثيرًا من الماء القذر الذي يأتي نتيجة استخدام المراحيض، والاغتسال، وغسل الأطباق، وأكثر من ذلك إلى جانب تلك المياه التي تصرّف في المجاري، وهذه المياه يجب أن تنظف قبل إعادة استخدامها ثانية أو إعادتها إلى مياه النهر.

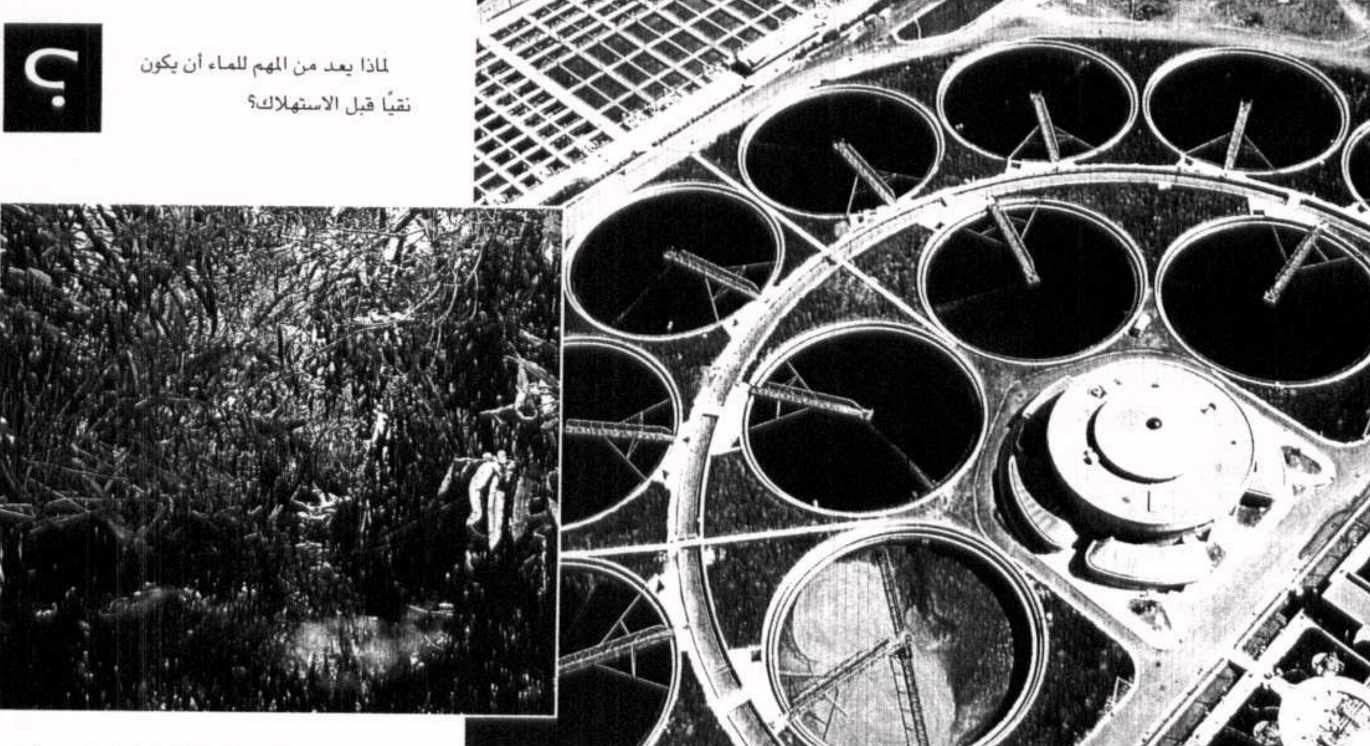
وتقوم محطات المجاري بتنظيف تلك المياه القذرة، فأولاً يتم التخلص من المخلفات ذات الأجزاء الكبيرة الموجود في الماء، مثل الورق والخرق التي يتم فرزها والتخلص منها، بعد ذلك تدفع مياه المجاري إلى خزان لترسيب الثقل حيث يتم فصل المخلفات الأكبر حجمًا، بعدها تدفع المخلفات القذرة السائلة إلى خزان ترسيب، حيث تغوص الأجزاء الصغرى العالقة فيه إلى القاع، والطبقة التي تتكون في القاع تسمى راسب طيني. وهي تحوي كثيرًا من البكتيريا الضارة، ومواد أخرى، ربما من غير المدهش أنها تبعث رائحة كريهة. بعد ذلك يدفع السائل من خزان الترسيب إلى حوض في قاعه أحجار صغيرة تعمل كمصفاة حيث يتم رشه (إلى ارتفاع مترين) ثم يسمح بترسيب الأوساخ العالقة فيه في قاع الحوض، وجدير بالذكر أنه توجد بكتيريا على سطح الحجارة تستطيع أن تهضم أي مواد عضوية متبقية في المادة السائلة، وفي الحقيقة فإنه يوجد أحياء أخرى أيضًا، تتغذى على البكتيريا، وهذه تشمل الديدان، والخنافس، والحيوانات ذات الذيل الريشي الطويل والذباب، وهي تساعد على التحكم في عدد البكتيريا والتحكم فيه؛ لأن عددها دون ذلك سيتضاعف بشكل لا يمكن السيطرة عليه، كما أنها ستعيق حوض التنقية الذي نتحدث عنه.



يقدر أن أكثر من ٣،٥٠٠،٠٠٠ (ثلاثة ملايين وخمس مئة ألف) طفل في العالم يموتون سنويًا من الجفاف الناتج عن الإسهال، وكذا التقلصات الناجمة عن شرب الماء الملوث.

؟

لماذا يعد من المهم للماء أن يكون نقيًا قبل الاستهلاك؟

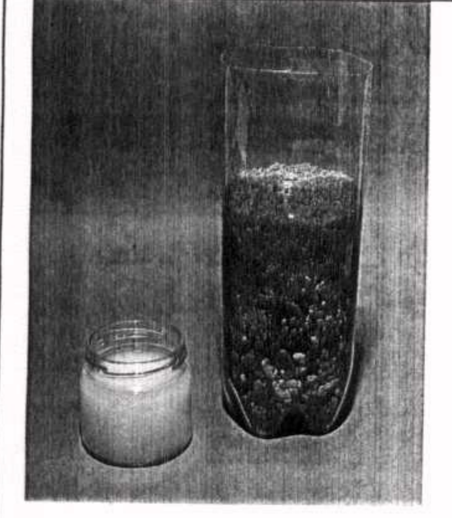


كل من محطة معالجة المياه (على اليمين) وهذا المستنقع (إلى أعلى) في كينيا يستفيدان من قدرة البكتريا وكذا النباتات في تنقية الماء، فالبكتريا في حوض التنقية تهضم المواد العضوية الموجودة في ماء المجاري بينما تقوم النباتات في المستنقع بالتهام جميع القاذورات.

بعض محطات معالجة مياه المجاري تستخدم نظام التشبع بالهواء بدلاً من أحواض التنقية، رغم أن المبادئ الأساسية للتنقية متماثلة تمامًا، وهذه الطريقة تسمى تنشيط الوحل، فبدلاً من تمرير السائل على حوض تعقيم، فإن سيلاً من الفقاعات يدفع في السائل، والبكتيريا بدورها تتغذى على المواد

تجربة

التنقية باستخدام الرمل



في هذه التجربة ستقوم باستخدام الرمل لتنقية المياه القذرة، ستحتاج إلى قارورة بلاستيكية قديمة وبعض الحصى الخشن وبعض الحصى الناعم وبعض الرمل ومفك ومقص.

١- اقطع عنق الزجاجة، وباستخدام المفك أو أي أداة مدببة، اصنع بعناية ستة ثقوب في قاع القارورة.

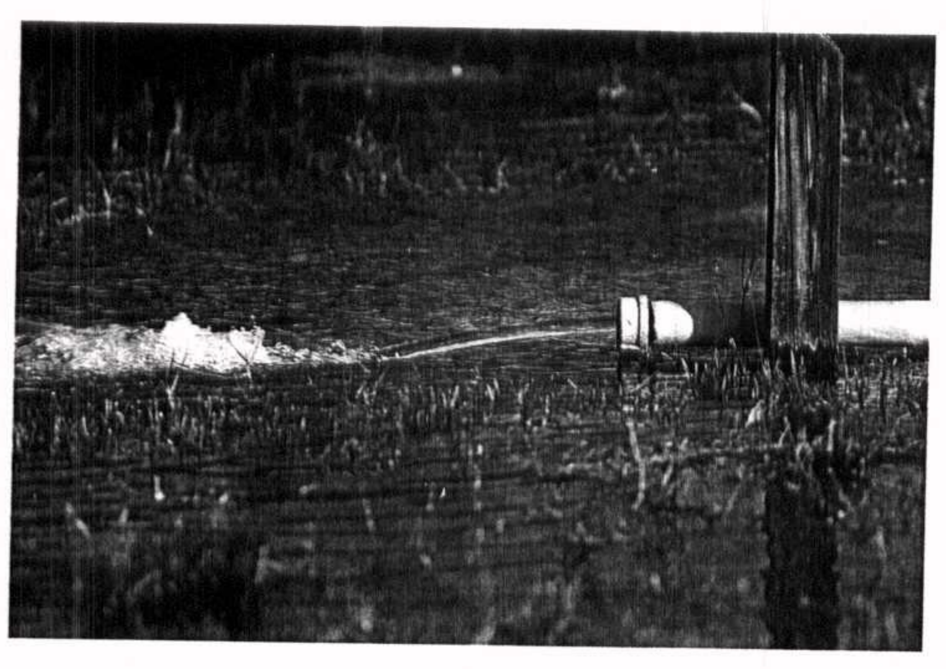
٢- ضع طبقة من الحصى الخشن في القاع، ثم طبقة من الحصى الناعم، وأخيرًا طبقة من الرمل، تأكد أنك قد تركت مسافة أعلى القارورة لتملأها ماءً.

٣- أضف بعض الماء القذر أعلى جهاز التنقية الذي صنعته لتوّك. وهذا الماء قد يكون من بركة أو من ماء استخدم في غسيل الأطباق، واحتفظ بكمية من الماء القذر حتى النهاية لتقارنها بالماء الذي تمت تنقيته.

٤- اجمع الماء وهو ينزل من قاع القارورة، قارن هذا الماء بالماء القذر، هل يبدو هذا الماء أوضح من سابق حاله؟

ملاحظة هامة: لا تشرب هذا الماء على الإطلاق.

باعتقادك ما هو التأثير المحتمل على قوة التنظيف لهذا الفلتر إذا زيد طوله؟



يتم ضخ المياه من محطات المعالجة في فلوريدا إلى مستنقعات زرعت خصيصًا لتنقية النوسفات الزائد في الماء قبل وصوله مستنقعات إفرجليدز.

العضوية في الماء، بعد ذلك يتم دفع المادة السائلة إلى حوض ترسيب ثان حيث يتم التخلص من أي مواد عضوية متبقية. في كلا النظامين، تقوم البكتيريا بالتهام ما تبقى من مواد عضوية وبالتالي معادلة المواد السمية أو المُعدية، هذه الطريقة تسمى الأكسدة الميكروبيولوجية، وهي جزء ضروري في عملية تطهير المياه، والمياه التي تعامل بهذه الطريقة تكون جاهزة لأن تعاد إلى البيئة.

وقد أنشئت المحطات أيضًا؛ لتكون قادرة على تنظيف المياه التي تحوي مخلفات المجاري أو المخلفات الصناعية، ونباتات مثل الأرز والقصب تستطيع فعليًا أن تخلص المياه من القاذورات التي بها عند دورانها حول جذور تلك النباتات. فمعظم القاذورات الموجودة في مياه المجاري هي مواد نيتراتية، مثل النترات والفوسفات التي تحتاجها النباتات فعليًا لنموها.

الماء فلتر طبيعي

كثير من التفاعلات الكيماوية التي تحدث في الخلايا الحية تخلف وراءها فضلات، هذه الفضلات يجب التخلص منها، وإلا فإنها ستصبح سامة وتؤذي الكائن الحي، والتخلص من هذه الفضلات الناتجة يسمى الإفراز. وأحد الفضلات التي ينتجها جسم الإنسان هي اليوريا، حيث تتكون عندما يقوم جسم الإنسان بتكسير البروتين، فإذا ما تناولنا كمية كبيرة من البروتين في وجباتنا، فإن الجسم لا يستطيع تخزين البروتين الزائد: ولذا فإنه مضطر لتكسيره بدلاً من امتصاصه، ويقوم الكبد بتكسير البروتين إلى يوريا التي تنتقل إلى الكليتين للتخلص منها.

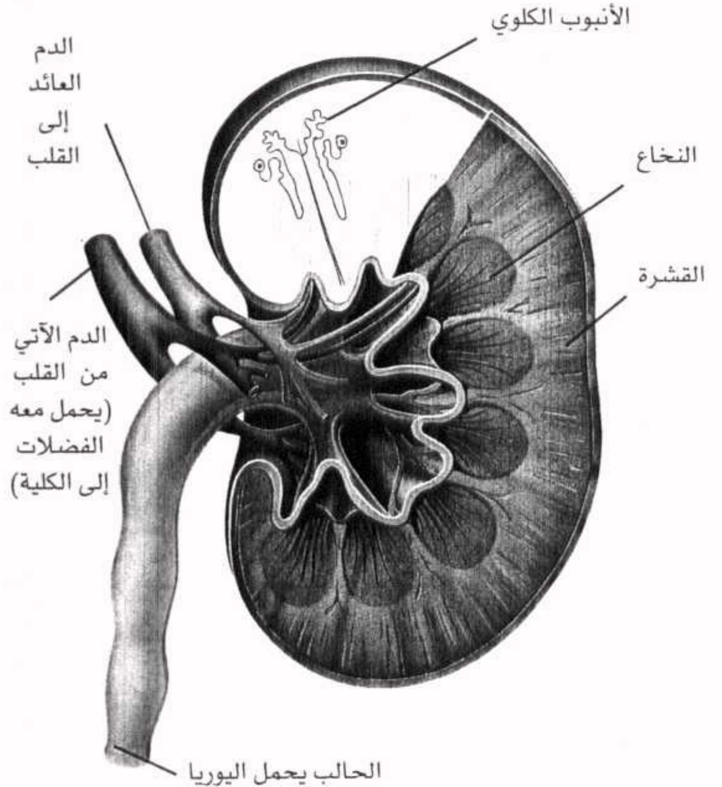
؟ لماذا تشعر بالعطش بعد تناول أكل مالح؟

ودور الكلية هو التخلص من جميع المواد غير المرغوب فيها في الجسم، وهذه المواد تشمل اليوريا، والأملاح الزائدة والماء التي انتقل إلى الكليتين عن طريق الدم (انظر صفحة ١٨)، والفضلات تكوّن اليوريا التي تدفع إلى المثانة لطردها، والثدييات لها كليتان بالقرب من ظهر البطن خلف الأمعاء، ورغم أن الكلية تبدو صلبة إلى حد ما إلا أنها تحوي ملايين الأنابيب الدقيقة التي تسمى أنابيب كلوية، والدم الآتي من الأورطي، حاملاً معه الفضلات، يمر إلى الكلية تحت ضغط عالٍ؛ لأنه يأتي مباشرة من القلب، وفي داخل الكلية ينقسم دم الأورطي إلى أوعية أصغر فأصغر، وأخيرًا يدخل الدم إلى عقدة من الشعيرات الدموية. يكون ضغط الدم عند هذه النقطة عاليًا لدرجة أن الجزء السائل منه (وهو البلازما) سويّاً مع الفضلات الذائبة فيه تعتصر من الدم متحولة إلى أنبوب كلوي، إن جدران خلايا الدم بها ثقوب دقيقة، وهي دقيقة لدرجة أن جزيئات الماء، واليوريا والجلوكوز وحدها يمكن أن تمر

! يقدر إجمالي الأوعية الدموية في الكليتين بأكثر من ١٦٠ (مئة وستين) كيلو مترًا.

الكُلية (أسفل) هي وسيلة الجسم المتاحة ليخلص نفسه من المواد الزائدة والضارة مستخدمًا الماء كوسيلة نقل. والمرضى الذين يعانون من أمراض الكلى يوضعون على جهاز لغسيل الدم لساعات كثيرة أسبوعيًا. (الصورة على اليمين).





من خلالها إلى الأنبوب الكلوي، والجدار يشبه المنخل، فخلايا الدم والجزيئات الكبرى مثل البروتينات لا تستطيع المرور عبر الجُدُر ومن ثم تظل في الدم، بعض الماء يعود إلى الدم لأن الجسم سيشعر بالجفاف فورًا إذا ما تخلص من مزيد من الماء، وأخيرًا؛ فإن ما يتبقى في الأنبوب الكلوي هي اليوريا والماء الزائد والأملاح فقط، وهذه المواد تكوِّن البول الذي ينتقل إلى المثانة، حيث يختزن ثم ينطلق فيما بعد.

والكلية مسؤولة أيضًا عن التحكم في كمية الماء التي يحتفظ بها الجسم، في كل يوم، نأكل طعامًا ونحصل على السوائل، ورغم هذا؛ فإن وزن أجسامنا يظل ثابتًا نسبيًا، وعلى الجسم أن يوازن بين كمية السوائل التي يحصل عليها والكمية التي يفقدها في شكل بول وعرق، فإذا شربنا كثيرًا من السوائل، عندئذ يتم إفراز مزيد من البول للتخلص من الماء الزائد. وتسمى عملية التحكم في كمية الماء التحكم الأزموزي (التحكم التناضحي)، وتستطيع الكلية أن تزيد أو تنقص كمية الماء التي يطردها الجسم في شكل بول، ففي يوم حار، سوف تفرز عرقًا كثيرًا ولن تفرز بولاً كثيرًا. ويحدث الشيء نفسه عندما تتناول وجبة مالحة، فعلى الجسم أن يقوم بتخفيف الملح، ولهذا تفرز كمية قليلة جدًا من البول، على أي حال؛ فإنه في يوم بارد إذا ما شربت كثيرًا من السوائل، فإنك ستفرز كثيرًا من العرق.

الأشخاص الذين يعانون من مرض في الكلية يواجهون مشاكل في تنقية دمهم، ومعروف أن الفضلات يمكن أن تتجمع في الجسم، وإذا لم يتم عمل شيء ما قد يموت الإنسان، فمعظم الأشخاص الذين لديهم أمراض في الكلى يتحتم عليهم أن يقضوا فترات من الوقت وقد وُصِّلت أجهزة غسيل الكلى بأجسامهم، التي تعمل ككلية صناعية، على أي؛ تلك عملية بطيئة، على المريض أن يمضي ما يصل إلى عشر ساعات في اليوم، ثلاث مرات أسبوعيًا، على ذلك الجهاز، ويستطيع المريض أن يساعد في هذا المجال بتنظيم أكله، فمثلاً، إذا لم يتناول ذلك المريض -أو تلك المريضة- كمية كبيرة جدًا من البروتين، فإن الجسم لن يتحتم عليه أن يفرز كمية كبيرة من البول والملح.

؟ لماذا يكون من الأفضل للإنسان أن تزرع له كليه بدل أن يتلقى علاجًا طويل الأجل على جهاز غسيل الكلية؟

كلمات أساسية

- **التنقية:** هي فصل جزيئات ذات حجم واحد عن جزيئات أكبر حجمًا.
- **الإفراز:** هو التخلص من الفضلات السامة في جسم الكائن الحي.
- **التنظيم الأوزموزي:** هو التحكم في كمية الماء في جسم الكائن الحي.
- **التصفية:** هي تنقية مادة، مثل الماء، من الشوائب والقاذورات التي بها.

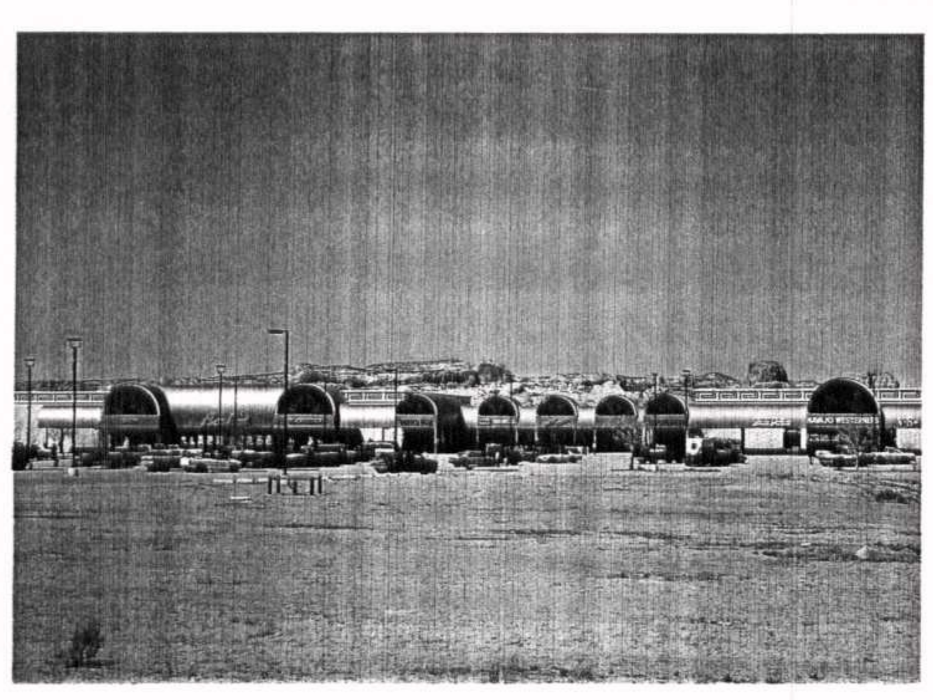
المستقبل

تستخدم أنواع الوقود الحفري مثل الفحم والزيت والغاز لتوليد كثير من الكهرباء التي نحتاجها ولتشغيل مركباتنا. وبينما تتضاءل كميات هذه المصادر الثمينة للطاقة يبدو معقولاً للعلماء أن يبحثوا عن الطاقة من واحدة من أكثر المصادر شيوعًا بالنسبة لنا، ألا وهي المياه.

فقوة الموج مصدر طاقة بديل وذو إمكانات، وهناك العديد من تصاميم مولدات الطاقة الذي يعمل بقوة الأمواج، وبعضها بني على الساحل والبعض الآخر يطفو على سطح الماء، وتعتمد المولدات التي على الساحل على اندفاع الأمواج في قنوات قمعية إلى أخدود ضيق يؤدي بدوره إلى توربين، والماء المندفع في هذا الأخدود يؤدي إلى ضغط الهواء أمامه. ونفث الهواء الناتج يدير شفرات التوربين ليولد الكهرباء. والبديل يعتمد نظام الماء المفتوح، وهو يستدعي استخدام أداة الطفو التي تصعد وتهبط مع حركة الموج، وبعض هذه المولدات تعتمد على دفع الماء للهواء الذي يدير توربينًا داخليًا عندئذ، ونظام كلام ClAM، الذي صمم في المملكة المتحدة يطفو على سطح الماء، لكنه أيضًا مثبت في قاع البحر، وحركة الموج تدفع الهواء إلى جيوب موضوعة على جانب المولد، ويزداد ضغط الهواء، وعندما يتجمع بقدر كاف، يقوم بتحريك توربين داخل المولد منتجًا الطاقة الكهربية، وبعدها تحمل الطاقة الكهربية عائدة إلى الأرض بواسطة كابل تحت الماء.

يطفو المولد كلام CLAM على سطح الماء، وتتولد الكهرباء عندما تدفع حركة الموج الهواء إلى داخل المولد.

آخر تصميمَ لمحطة قُوى تعمل بقوة الموج تشبه إلى حد كبير طبقًا طائرًا يطفو على سطح البحر، وتحت الجسم الطافي توجد مضخة زنبركية مشدودة وتثبت نهاية الزنبرك في قاع البحر، وعندما تنتهي الموجة إلى الجسم الطافي فإنه يرتفع إلى أعلى وبالتالي يشد الزنبرك فيتمدد، وعندما تهدأ الموجة يعود الزنبرك إلى حالته الأولى من لاسترخاء، وبينما يتم ذلك يندفع الماء إلى داخل توربين لتوليد الكهرباء، هذه الآلة قد لا تكون الأكفأ في توليد الطاقة، لكنها رخيصة من حيث الصنع وبسيطة من حيث التركيب والصيانة، ويمكن استخدام المولد الذي يعمل بقوة الموج في توفير الطاقة اللازمة لمحطة تحلية المياه الموجودة على الساحل وأيضًا للمجتمعات التي تقع في مناطق نائية.



يعد توفير إمدادات المياه واحداً من أهم العوامل التي تحكم تعمير الصحاري، وقد أعاد العلماء مؤخرًا اكتشاف طريقة قديمة للحصول على الماء باستخدام الصخور. وفي هذه الطريقة المميزة يتم وضع الصخور في شكل هرم، مكونة بناءً يعرف باسم البئر الهوائي. وهو يعمل على أحسن وجه في المناطق التي تشهد تقلبات في درجات الحرارة في الأيام الحارة والليالي الباردة، في النهار ترتفع درجة حرارة الحجارة ببطء، لكنها في الليل عندما تهبط درجة حرارة الجو، تفقد تلك الصخور الكثير من سخونتها وتصبح أبرد من الهواء المحيط بها، والصخور التي بالداخل تظل باردة حتى في الأيام الأشد حرارة، وحتى الهواء الجاف يحوي كمية صغيرة من بخار الماء، ومن ثم فإنه عندما يمر الهواء البارد بالحجارة الأبرد فإن بخار الماء الذي في الهواء يتكثف، وعندئذ يمكن تجميع هذه المياه. باستخدام هذه الوسائل يمكن الحصول على رطوبة ونداوة من الهواء الجاف لتوفير الماء لمجتمع صغير، فالمدينة الإغريقية القديمة، فيوديسيا، الموجودة الآن في أوكرانيا كان لديها نظام لتوفير المياه، مكونًا من ١٣ (ثلاثة عشر) بئرًا هوائيًا كل واحدة منها بارتفاع ١٤م (أربعة عشر). ويقدر العلماء أن هذا النظام قد يعطينا ما مقداره ٢٠,٠٠٠ (عشرون ألف) ليتر من الماء يوميًا.

أقيم هذا المركز التسوقي في وسط صحراء أريزونا في شمال أمريكا. وقد كتبت له الحياة لأن كميات حيوية من الماء نقلت إليه عبر الصحراء.

قد تساعد تشكيلة جديدة من العشب والكلأ في تقليل كمية المياه التي نحتاجها لتظل المروج خضراء في المناطق القاحلة، في مدن مثل فينيكس، التي تقع في الصحراء، تستهلك كمية هائلة من الماء لإبقائها خضراء. والتشكيلة الجديدة من العشب والكلأ تأتي من القمح طويل العيدان، وهي سلالة موطنها إيران وتركيا. وهذه الأنواع من العشب تحتاج إلى ثلث كمية الماء المطلوبة للأنواع الأخرى المماثلة من العشب والكلأ. كما أنها تنمو أكثر بطئًا، ولهذا فإنها غالبًا لا تحصد.

بعض الطحالب مثل الاسفغنوم لديها جينات تجعلها قادرة أن تنجو بحياتها من الجفاف.



ويدرس علماء الأحيار الاستفادة من الطحالب (الأشنة)، التي تستطيع أن تنجو بحياتها تحت ظروف الجفاف القصوى، فبعض الطحالب تستطيع العيش حتى مع إصابة ٩٠٪ من خلاياها بالجفاف، وتستطيع تلك الخلايا أن تحيا مرة أخرى في غضون دقائق حالما توفرت لها كميات من المياه. ويأمل علماء الحياة أن يتمكنوا من تجديد الجين الذي يؤدي إلى إصلاح الخلل الذي يصيب الخلايا، وعندئذ يمكنهم أن ينقلوا الجين إلى نباتات أخرى، مثل أعشاب الكلأ كالقمح مثلاً، كي تجعلها قادرة أكثر على مقاومة الجفاف.

إن الماء جزء من حياتنا اليومية، فهو في طعامنا، وفي الهواء الذي نتنفسه وهو جزء ضروري من بيئتنا، والماء مهم بنفس القدر بالنسبة للحيوانات الأخرى، وكذا للنباتات. وبدراسة الطرق التي تستفيد بها الكائنات الحية من هذا المصدر الثمين للحياة قد يستطيع العلماء إحداث تطورات إضافية في نوعية حياتنا.

المسرد

التكيف: التغير في الاستجابة للبيئة.

الشريان: وعاء دموي كبير ذو جدران عضلية سميكة يخرج من القلب.

الذرة: أصغر جزء من أي عنصر كيميائي يمكنه أن يوجد بمفرده.

الدم: سائل ثخين لزج يجري في الشرايين الدموية، يتكون من خلايا معلقة في البلازما.

التحلية: إزالة الملح من ماء البحر.

الانتشار: حركة الجزيئات من منطقة تكون فيها عالية التركيز إلى أخرى يكون التركيز فيها أقل.

التبخر: التغير من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.

الإفراز: التخلص من الفضلات السامة في جسم الكائن الحي.

التنقيه: فصل جزيئات ذات حجم واحد عن جزيئات أكبر حجماً.

الطاقة الحرارية: كمية الطاقة المطلوبة لرفع درجة حرارة قدر معين من الماء بنسبة درجة واحدة مئوية.

الهرمون: عنصر كيميائي يوجد في الكائنات الحية.

النظام الهيدروليكي: نظام نقل القوى من مكان لآخر بواسطة السائل.

الري: سقي المحاصيل بالوسائل الصناعية.

الجزيء: مجموعة ذرات مرتبطة معاً.

التنظيم الأوزموزي: التحكم في كمية المياه في جسم الكائن الحي.

الأسموزية (التناضح): حركة جزيئات الماء من منطقة تكون فيها عالية التركيز إلى أخرى يكون فيها التركيز أقل عبر غشاء يسمح بنفاذ السوائل.

التصفية: تنقيه مادة من الشوائب العالقة بها.

خزان: مخزون كبير من الماء يتكون بإقامة السدود على الأنهار.

التشبع: الدرجة التي عندها لا تستطع المادة أن تذوب في مذيب ما.

المذاب: المادة التي سوف تذاب في مذيب.

المذيب: مادة مثل الماء سيذاب فيها مادة أخرى.

التوتر السطحي: القوة الجزيئية التي تشد سطح السائل إلى أصغر مساحة ممكنة.

التعرق: تبخر العرق (الذي يتكون من الماء واليوريا والأملاح) من سطح الجلد.

النسيج: مجموعة من خلايا متماثلة لها وظيفة معينة مثل الكبد أو العضلات.

النتح: تبخر الماء من النبات وغالباً ما تكون في الأوراق.

الماء: سائل عديم اللون والرائحة يتكون من الهيدروجين والأكسجين.

الجافوف: نبات صحراوي تكيف ليعيش في ظروف بيئية جافة مثل ا لصبار.

كلمات مستفادة

المطر الحامضي ١٢-١٣
ضد التجمد ١١-١٢
قناة ٢٠-٢٢
ذرة ٦
جو ٤، ١٣، ١٦، ٢٤
دم ١٨، ٢٣
صبار ٣٤-٣٥
جمل ٣١، ٣٥
كهوف ١٢
خلية ٢٢
مبرد ٣٠-٣٣
تكثيف ٧، ٨، ٩، ٣٢-٣٣، ٣٥-٣٦
تيارات ٩
سد ٣٦، ٣٧
تحلية ٢٧، ٢٩
صحراء ٣٤- ٣٥، ٣٧، ٤٣
منظفات ١٦-١٧
انتشار ٢٤، ٢٩
محرك ٣١
تبخر ٦، ٧، ٨، ٩، ١٣، ١٩، ٣٠، ٣٣
وقود حفري ١٢، ٤٢
حمه (نبع ماء ساخن) ٧، ٢١
ماء عسر (يحتوي على أملاح) ١٦-١٧
طاقة حرارية ٩، ١٣
محول حراري ٣١
هرمونات ١٨
ثلج ٥، ٦، ٧، ١٠، ١١، ١٢
جبل جليدي ٥، ١٠
ري ٢٨-٢٩
كلية ٤٠-٤١
أوراق شجر ١٩، ٣٤-٣٥
غشاء ٢٢، ٢٥
واحة ٢١-٢٢
التنظيم الأوزموزي ٤١
الاسموزية (التناضح) ٢٤-٢٧، ٢٩
اللحاء ١٩
تلوث ١٢، ١٥، ١٦-١٧
محطة طاقة ١٢، ٣٢-٣٣
خزان ٣٦-٣٧، ٣٨
أرز ٢٩
تمليح ٢٨-٢٩
سالمون ٢٧
مستنقع ملحي ٢٩
ماء مالح ٤، ٢٤-٢٩
مياه المجاري ٣٨
محطات معالجة مياه الصرف الصحي ٣٨-٣٩
جلد ٣٠-٣١
ذوبان ١٤-١٥
مذيبات ١٤-١٧
ثغور ١٩
سكروز ١٤
إمداد ٢٢-٢٣
توتر سطحي ١٠، ١٣
تعرق ٣٠-٣١، ٣٣
نتح ١٩-٢٠، ٢٣
يوريا ١٨، ٤٠
دورة الماء ٨
اكسيروفيت (الجافون: نبات صحراوي) ٣٧
الزيلام (الجزء الخشبي من النبات) ١٨-١٩

سلسلة ألفا العلمية

يهدف هذا الكتاب إلى تنمية مدارك الأطفال وتنمية فهمهم للمبادئ الأساسية للماء وذلك من خلال دراسة علمية متكاملة، يكشف من خلالها عن العديد من الروابط المذهلة بين ما أبدع خلقه وصنعه الله عز وجل، وبين ما وفق الله الإنسان من أعمال لإعمار هذه الأرض، وهو يشتمل على تجارب بسيطة مما يُمتع القراء بحقائق مدهشة طرحت التطورات العلمية التي تحققت وكذلك المتوقعة مستقبلاً.

كما يتناول الكتاب خواص الماء وبيان أهميته لحفظ حياة الكائنات الحية، بالإضافة إلى استخدامات الماء في الطاقة والنقل والتحليل الكيميائي، علاوة على موضوعات أخرى مثل الترشيح وتحلية المياه، وإعادة استخدام الماء بالمعالجة الكيميائية، والمحافظة عليه، مع توضيح كل ذلك عن طريق الأمثلة من العالَميْن الطبيعي والصناعي.

عناوين السلسلة هي:

- الصحاري.
- الغذاء للعالم.
- الأنهار والبرك والبحيرات.
- المدن الصغيرة والمدن الكبيرة.
- الأعاصير والعواصف.
- التلوث.
- الغابات المطيرة.
- الطاقة المتجددة.
- البحار والمحيطات.
- النقل.
- الحرائق والفيضانات.
- الزلازل والبراكين.
- الحركة.
- المواد.
- القوة المحركة.
- الضوء.
- الماء.
- استخدام الصوت.
- الأبنية.
- التقنية والأداء.


ردمك: ٦-٢١٢-٤٠-٩٩٦٠
7000475